

**JP2005531265**

**Method and apparatus for forward link gain control in a power controlled repeater**

Bibliographic data	Description	Claims	Abstracts	Original document	INPADOC legal status
<b>Publication number:</b>	JP2005531265 (T)				<b>Also published as:</b>
<b>Publication date:</b>	2005-10-13				 JP4546241 (B2)
<b>Inventor(s):</b>					 US2004001464 (A1)
<b>Applicant(s):</b>					 US7355993 (B2)
<b>Classification:</b>					 US2008182511 (A1)
- international:	H04B7/005; H04B7/216; H04B7/26; H04B7/005; H04B7/204; H04B7/26; (IPC1-7): H04B7/216; H04B7/26				 WO2004004365 (A2)
- European:	H04W52/14D; H04W52/24; H04W52/24R; H04W52/46				more >>
<b>Application number:</b>	JP20040518022T 20030626				
<b>Priority number(s):</b>	US20020184733 20020627; WO2003US20404 20030626				
<a href="#">View INPADOC patent family</a>					
<a href="#">View list of citing documents</a>					
<a href="#">Report a data error here</a>					
Abstract not available for JP 2005531265 (T)					
Abstract of corresponding document: <b>US 2004001464 (A1)</b>					
<a href="#">Translate this text</a>					
<p>A power controlled repeater is disclosed for use in a wireless communication system to control the forward link gain. The power controlled repeater includes a forward link for communications from a base station to a mobile station. In addition, the power controlled repeater includes a reverse link for communications from the mobile station to the base station. An embedded subscriber unit is used at the power controlled repeater and is inserted into the forward link. A microprocessor is in electronic communications with the subscriber unit and implements a method for controlling the forward link gain. The method for controlling the forward link gain includes using the embedded subscriber unit in the power controlled repeater to control the forward link gain.</p>					

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2005-531265

(P2005-531265A)

(43) 公表日 平成17年10月13日(2005.10.13)

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>H04B 7/26  
H04B 7/216

F I

H04B 7/26 A  
H04B 7/26 102  
H04B 7/15 D

テーマコード (参考)

SK067  
SK072

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 23 頁)

(21) 出願番号 特願2004-518022 (P2004-518022)  
 (36) (22) 出願日 平成15年6月26日 (2003.6.26)  
 (85) 翻訳文提出日 平成17年1月20日 (2005.1.20)  
 (86) 国際出願番号 PCT/US2003/020404  
 (87) 国際公開番号 WO2004/004365  
 (87) 国際公開日 平成16年1月8日 (2004.1.8)  
 (31) 優先権主張番号 10/184,733  
 (32) 優先日 平成14年6月27日 (2002.6.27)  
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

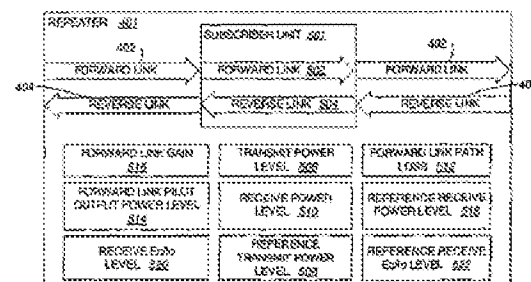
(71) 出願人 595020643  
 クアアルコム・インコーポレイテッド  
 QUALCOMM INCORPORATED  
 アメリカ合衆国、カリフォルニア州 92  
 121-1714、サン・ディエゴ、モア  
 ハウス・ドライブ 5775  
 (74) 代理人 100058479  
 弁理士 鈴江 武彦  
 (74) 代理人 100091351  
 弁理士 河野 哲  
 (74) 代理人 100088683  
 弁理士 中村 誠  
 (74) 代理人 100108855  
 弁理士 蔵田 昌俊

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 パワー制御中継器における順方向リンク利得制御のための方法および装置

(57) 【要約】

パワー制御中継器は順方向リンク利得を制御する無線の通信システムにおいて使用のために開示される。パワー制御中継器は基地局から移動局への通信のための順方向リンクを含んでいる。さらに、パワー制御中継器は移動局から基地局への通信のための逆方向リンクを含んでいる。埋め込まれた加入者ユニットがパワー制御中継器で使用されて、順方向リンクに挿入される。マイクロプロセッサが加入者ユニットとの電子通信にあって、順方向リンク利得を制御するための方法を実施する。順方向リンク利得を制御するための方法は、パワー制御中継器に埋め込まれた加入者ユニットを使用して順方向リンク利得を制御することを含んでいる。



**【特許請求の範囲】****【請求項1】**

パワー制御中継器に加入者ユニットを埋め込み、加入者ユニットは加入者ユニット順方向リンクを含み、中継器は中継器順方向リンクを含み、中継器順方向リンクは加入者ユニットの順方向リンクに挿入され、

基地局からの無線の信号をパワー制御中継器で受信し、

パワー制御中継器に埋め込まれた加入者ユニットを使用して受信パイロット信号強度を検出し、受信パイロット信号強度の使用を通してパワー制御中継器の順方向リンク利得を制御することを含む、

パワー制御中継器の順方向リンク利得を制御するための方法。

10

**【請求項2】**

無線の信号がCDMA信号である請求項1の方法。

**【請求項3】**

順方向リンクのパス損失を測定し、

順方向リンクのパス損失の使用を通して実質的に一貫した順方向リンクパイロット出力パワーを維持することをさらに含む請求項1または2の方法。

**【請求項4】**

受信パワーレベルを得て、

受信 $E_c/I_0$ レベルを得て、

受信パワーレベルおよび受信 $E_c/I_0$ レベルの使用を通して順方向リンクパス損失を決定し、

20

受信パワーレベルおよび受信 $E_c/I_0$ レベルを平均して実質的にフェージングを除去し、

順方向リンクパス損失の使用を通して実質的に一貫した順方向リンクパイロット出力パワーを維持することを含む、

パワー制御中継器に埋め込まれた加入者ユニットを使用してパワー制御中継器の順方向リンク利得を制御する請求項1乃至3のいずれか1項の方法。

**【請求項5】**

埋め込まれた加入者ユニットをトラヒックに置き、

決着をつけるために閉ループパワー制御を待ち、

伝送パワーレベルを得て、

伝送パワーレベルの使用を通して順方向リンクパス損失を決定し、

30

順方向リンクパス損失の使用を通して実質的に一貫した順方向リンクパイロット出力パワーを維持することを含む、

パワー制御中継器に埋め込まれた加入者ユニットを使用してパワー制御中継器の順方向リンク利得を制御する請求項1または請求項2乃至3に従属するときそれらのいずれか1項による方法。

**【請求項6】**

基準パワーレベルを記憶し、

現在のパワーレベルを測定し、

現在のパワーレベルと基準パワーレベルを比較して順方向リンクパス損失の変化を確認し、

40

順方向リンクパス損失の何らかの確認された変化の使用を通して実質的に一貫した順方向リンクパイロット出力パワーを維持することを含む、

パワー制御中継器に埋め込まれた加入者ユニットを使用してパワー制御中継器の順方向リンク利得を制御する請求項1または請求項2乃至3に従属するときそれらのいずれか1項による方法。

**【請求項7】**

基準パワーレベルが基準受信パワーレベルを含み、現在のパワーレベルが受信パワーレベルを含む請求項6の方法。

**【請求項8】**

50

基準パワーレベルが基準受信 $E_c/I_o$ レベルを含み、現在のパワーレベルが受信 $E_c/I_o$ レベルを含む請求項6の方法。

【請求項9】

基準パワーレベルが基準伝送パワーレベルを含み、現在のパワーレベルが伝送パワーレベルを含む請求項6の方法。

【請求項10】

パワー制御中継器が、  
基地局から移動局へ通信のための順方向リンクと、  
移動局から基地局へ通信のための逆方向リンクと、  
順方向リンクに挿入された埋め込まれた加入者ユニットと、  
加入者ユニットと電子通信にあるマイクロプロセッサとを含み、マイクロプロセッサが  
順方向リンク利得を制御するための方法を実行し、方法が

10

パワー制御中継器に埋め込まれた加入者ユニットを使用して、受信パイロット信号強度を検出し、受信パイロット信号強度の使用を通してパワー制御中継器の順方向リンク利得を制御することを含む、  
無線の通信システムで使用するのためのパワー制御中継器。

【請求項11】

CDMA信号が順方向リンクで送信される請求項10のパワー制御中継器。

【請求項12】

マイクロプロセッサにより実行される方法が、  
順方向リンクバス損失を測定し、  
順方向リンクバス損失の使用を通して実質的に一貫した順方向リンクパイロット出力パワーを維持することをさらに含む、請求項10または11のパワー制御中継器。

20

【請求項13】

受信パワーレベルを得て、  
受信 $E_c/I_o$ レベルを得て、  
受信パワーレベルおよび受信 $E_c/I_o$ レベルの使用を通して順方向リンクバス損失を決定し、  
受信パワーレベルおよび受信 $E_c/I_o$ レベルを平均して実質的にフェージングを除去し、  
順方向リンクバス損失の使用を通して実質的に一貫した順方向リンクパイロット出力パワーを維持することを含む、  
パワー制御中継器に埋め込まれた加入者ユニットを使用してパワー制御中継器の順方向リンク利得を制御する請求項10乃至12のいずれか1項によるパワー制御中継器。

30

【請求項14】

埋め込まれた加入者ユニットをトラヒックに置き、  
決着をつけるために閉ループパワー制御を待ち、  
伝送パワーレベルを得て、  
伝送パワーレベルの使用を通して順方向リンクバス損失を決定し、  
順方向リンクバス損失の使用を通して実質的に一貫した順方向リンクパイロット出力パワーを維持することを含む、  
パワー制御中継器に埋め込まれた加入者ユニットを使用してパワー制御中継器の順方向リンク利得を制御する請求項10乃至12のいずれか1項によるパワー制御中継器。

40

【請求項15】

基準パワーレベルを記憶し、  
現在のパワーレベルを測定し、  
現在のパワーレベルと基準パワーレベルを比較して順方向リンクバス損失の変化を確認し、

順方向リンクバス損失の何らかの確認された変化の使用を通して実質的に一貫した順方向リンクパイロット出力パワーを維持することを含む、  
パワー制御中継器に埋め込まれた加入者ユニットを使用してパワー制御中継器の順方向リ

50

ンク利得を制御する請求項10乃至12のいずれか1項によるパワー制御中継器。

【請求項16】

基準パワーレベルが基準受信パワーレベルを含み、現在のパワーレベルが受信パワーレベルを含む請求項15のパワー制御中継器。

【請求項17】

基準パワーレベルが基準受信 $E_c/I_o$ レベルを含み、現在のパワーレベルが受信 $E_c/I_o$ レベルを含む請求項15のパワー制御中継器。

【請求項18】

基準パワーレベルが基準伝送パワーレベルを含み、現在のパワーレベルが伝送パワーレベルを含む請求項15のパワー制御中継器。

10

【請求項19】

パワー制御中継器の使用を通して順方向リンク利得を制御することができる無線の通信システムであって、

多くの移動局に通信を中継するための基地局と、

基地局のカバー領域にあり、中継器の順方向リンクを含むパワー制御中継器と、

パワー制御中継器に埋め込まれた加入者ユニットとを含み、加入者ユニットが加入者ユニット順方向リンクを含み、中継器の順方向リンクが加入者ユニット順方向リンクに挿入され、埋め込まれた加入者ユニットが受信パイロット信号強度を検出し、受信パイロット信号強度の使用を通してパワー制御中継器の順方向リンク利得を制御するために使用される無線の通信システム。

20

【請求項20】

通信がCDMA信号を含む請求項19の無線の通信システム。

【請求項21】

パワー制御中継器が、

順方向リンクバス損失を測定し、

順方向リンクバス損失の使用を通して実質的に一貫した順方向リンクパイロット出力パワーを維持する方法を実行する請求項19または20の無線の通信システム。

【請求項22】

パワー制御中継器が、

受信パワーレベルを得て、

受信 $E_c/I_o$ レベルを得て、

受信パワーレベルおよび受信 $E_c/I_o$ レベルの使用を通して順方向リンクバス損失を決定し、

受信パワーレベルおよび受信 $E_c/I_o$ レベルを平均して実質的にフェージングを除去し、

順方向リンクバス損失の使用を通して実質的に一貫した順方向リンクパイロット出力パワーを維持することを含む方法を実行する、

請求項19乃至21のいずれか1項による無線の通信システム。

30

【請求項23】

パワー制御中継器が、

埋め込まれた加入者ユニットをトラヒックに置き、

決着をつけるために閉ループパワー制御を待ち、

伝送パワーレベルを得て、

伝送パワーレベルの使用を通して順方向リンクバス損失を決定し、

順方向リンクバス損失の使用を通して実質的に一貫した順方向リンクパイロット出力パワーを維持することを含む方法を実行する、

請求項19乃至21のいずれか1項による無線の通信システム。

40

【請求項24】

パワー制御中継器が、

基準パワーレベルを記憶し、

現在のパワーレベルを測定し、

50

現在のパワーレベルと基準パワーレベルを比較して順方向リンクパス損失の変化を確認し、

順方向リンクパス損失の何らかの確認された変化の使用を通して実質的に一貫した順方向リンクパイロット出力パワーを維持することを含む方法を実行する、

請求項19乃至21のいずれか1項による無線の通信システム。

【請求項25】

基準パワーレベルが基準受信パワーレベルを含み、現在のパワーレベルが受信パワーレベルを含む請求項24の無線の通信システム。

【請求項26】

基準パワーレベルが基準受信 $E_c/I_o$ レベルを含み、現在のパワーレベルが受信 $E_c/I_o$ レベルを含む請求項24の無線の通信システム。

【請求項27】

基準パワーレベルが基準伝送パワーレベルを含み、現在のパワーレベルが伝送パワーレベルを含む請求項24の無線の通信システム。

【請求項28】

無線の通信システムで使用するパワー制御中継器であって、  
基地局から移動局へ通信のための順方向リンクを維持する手段と、  
移動局から基地局へ通信のための逆方向リンクを維持する手段と、  
順方向リンクに挿入された無線の通信のための手段と、  
順方向リンク利得を制御するために無線の通信のための手段を使用する手段とを含み、  
無線の通信のための手段を使用する手段が、

受信パイロット信号強度を検出し、受信パイロット信号強度の使用を通してパワー制御中継器の順方向リンク利得を制御する手段を含むパワー制御中継器。

【請求項29】

CDMA信号が順方向リンクで送信される請求項28のパワー制御中継器。

【請求項30】

無線の通信のための手段を使用する手段が、  
順方向リンクパス損失を測定する手段と、  
順方向リンクパス損失の使用を通して実質的に一貫した順方向リンクパイロット出力パワーを維持する手段とをさらに含む、請求項28または29のパワー制御中継器。

【請求項31】

受信パイロット信号強度を検出し、順方向リンク利得を制御する手段が、  
受信パワーレベルを得る手段と、  
受信 $E_c/I_o$ レベルを得る手段と、  
受信パワーレベルおよび受信 $E_c/I_o$ レベルの使用を通して順方向リンクパス損失を決定する手段と、

受信パワーレベルおよび受信 $E_c/I_o$ レベルを平均して実質的にフェージングを除去する手段と、

順方向リンクパス損失の使用を通して実質的に一貫した順方向リンクパイロット出力パワーを維持する手段とを含む、

請求項28乃至30のいずれか1項によるパワー制御中継器。

【請求項32】

受信パイロット信号強度を検出し、順方向リンク利得を制御する手段が、  
無線の通信手段をトラヒックに置くための手段と、  
決着をつけるため閉ループパワー制御を待つための手段と、  
伝送パワーレベルを得るための手段と、  
伝送パワーレベルの使用を通して順方向リンクパス損失を決定するための手段と、  
順方向リンクパス損失の使用を通して実質的に一貫した順方向リンクパイロット出力パワーを維持するための手段とを含む、

請求項28乃至30のいずれか1項によるパワー制御中継器。

**【請求項 3 3】**

受信パイロット信号強度を検出し、順方向リンク利得を制御する手段が、  
基準パワーレベルを記憶するための手段と、  
現在のパワーレベルを測定するための手段と、  
現在のパワーレベルを基準パワーレベルと比較し、順方向リンクパス損失の変化を確認するための手段と、

順方向リンクパス損失における何らかの確認された変化の使用を通して実質的に一貫した順方向リンクパイロット出力パワーを維持するための手段とを含む、

請求項28乃至30のいずれか1項によるパワー制御中継器。

**【請求項 3 4】**

基準パワーレベルが基準受信パワーレベルを含み、現在のパワーレベルが受信パワーレベルを含む請求項33のパワー制御中継器。

**【請求項 3 5】**

基準パワーレベルが基準受信 $E_c/I_0$ レベルを含み、現在のパワーレベルが受信 $E_c/I_0$ レベルを含む請求項33のパワー制御中継器。

**【請求項 3 6】**

基準パワーレベルが基準伝送パワーレベルを含み、現在のパワーレベルが伝送パワーレベルを含む請求項33のパワー制御中継器。

**【発明の詳細な説明】****【技術分野】****【0 0 0 1】**

本発明は一般に、無線の通信システムに係り、特にパワー制御中継器における順方向リンク利得を制御するための方法と装置に関連する。

**【背景技術】****【0 0 0 2】**

無線電話通信システムでは、多くのユーザが無線のチャンネル上で通信する。符号分割多重接続(CDMA)変調の技術の使用は多数のシステムユーザが存在する通信を容易にするためのいくつかの技術の1つである。時分割多重接続(TDMA)と周波数分割多重接続(FDMA)などの他の多重接続通信システム技術が技術において知られている。しかしながら、CDMAのスペクトル拡散変調技術は多重接続通信システムのこれらの変調技術より重要な利点がある。

**【0 0 0 3】**

CDMA技術は多くの利点がある。模範的CDMAシステムは、本発明の譲受人に譲渡され、ここに引用文献として組み込まれ、1990年2月13日に発行された、“Spread Spectrum Multiple Access Communication System Using Satellite Or Terrestrial Repeaters”と題するU.S.特許No.4,901,307に記述されている。さらに模範的CDMAシステムは、本発明の譲受人に譲渡され、ここに引用文献として組み込まれ、1992年4月7日に発行された、“System And Method For Generating Signal Waveforms In A CDMA Cellular Telephone System”と題するU.S.特許No.5,103,459に記述されている。

**【0 0 0 4】**

典型的なシステムでは、多数の移動ユーザが移動するとき、いくつかの基地局は移動ユーザが基地局と通信するのを許容するように配備される。通信ネットワークは、通常複数の基地局と通信を交換する基地局コントローラか同様の装置を含んでいるだろう。通信ネットワークの例は公衆交換ネットワーク、無線のネットワーク、衛星ネットワーク、長距離電話ネットワーク、ローカル電話ネットワーク、およびインターネットを含んでいる。

**【0 0 0 5】**

中継器は、基地局の範囲を広げるのに使用されるかもしれない。中継器は基地局と1人以上の移動ユーザから無線の信号を受信する。中継器は受信信号を増幅し、基地局および/または移動ユーザへ増幅された信号に基づく無線信号を送信する。その結果、中継器は基地局の範囲を広げている。また、基地局は他の移動局から無線信号を通常直接(即ち、

10

20

30

40

50

中継器を使用しないで)受信する。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

中継器は、カバリー領域内の穴を塞ぐか、カバリー領域を増大させるためにキャリアーとサービスプロバイダーのための費用に対する有効な方法を提供する。しかしながら、中継器の使用は、環境における毎日のおよび季節の変化によって妨げられ、その変化は中継器の利得および中継器と基地局の間のパス損失の両方で変動を引き起こす。これらの変動は中継器カバリー領域のカバリーとサービスに不利に影響した。したがって、中継器カバリー領域を安定させるために中継器の利得を制御することが必要がある。

10

【発明を実施するための最良の形態】

【0007】

用語“模範的な”はここで“例、実例、例証として役立つ”意味に使用される。“模範的な”としてここに記述されたどんな実施例も、必ずしも他の実施例より好ましいまたは有利として解釈される訳ではない。実施例の様々な態様が図面に提示されるが、図面は明確に示されない場合、必ずしも一定の比率で描かれない。

【0008】

以下の議論はパワー制御中継器における順方向リンク利得を制御するための方法と装置を展開する。まず最初に、模範的なスペクトル拡散無線通信システムが導入される。基地局、移動局、およびそれらの間にある電子通信に関する詳細が示される。基地局のカバリー領域を広げるために中継器の使用が説明される。順方向リンク利得制御を達成するために中継器に埋め込まれた加入者ユニットの使用に関する詳細はいくつかのブロック図とフローチャートを通して例証される。また、加入者ユニットの典型的な実施例について議論する。

20

【0009】

模範的な実施例がこの議論の中で例として提供されるが、代わりの実施例が本発明の範囲から逸脱することなく様々な態様を取り入れるかもしれないことに注意を要する。

模範的な実施例はスペクトル拡散無線通信システムを採用する。無線の通信システムは、音声、データなどの通信の様々なタイプを提供するために広く配備される。これらのシステムはCDMA、TDMA、またはある他の変調技術に基づくかもしれない。CDMAシステムは増加するシステム容量を含む他のタイプのシステムよりある利点を提供する。CDMAシステムは、単一周波数帯の中で無線の信号を送受信して、個々の信号を分離するためにコードを使用する。対照的に、他のシステムは個々の信号を分離するのに周波数と時間の分割を使用する。CDMAシステムは容量、音声の品質、プライバシー、およびセルハンドオフの領域で明確な利点を示した。

30

【0010】

システムは1つ以上の規格をサポートするように設計されるかもしれない。そのような規格は、ここにIS-95規格と呼ばれる“TIA/EIA-IS-95-B Mobile Station-Base Station Compatibility Standard for Dual-Mode Wideband Spread Spectrum Cellular System”、ここに3GPPと呼ばれた“3rd Generation Partnership Project”と命名された共同体によって提供され、ドキュメントNo.3G TS 25.211、3G TS 25.212、3G TS 25.213、および3G TS 25.214、3G TS 25.302を含む一組の文書に表現され、ここにW-CDMA規格と呼ばれる規格、ここに3GPP2と呼ばれる“3rd Generation Partnership Project 2”と命名された共同体によって提供された規格、およびここにCDMA2000規格、以前にIS-2000 MCと呼ばれたTR-45.5規格である。上に引用された規格はこれにより引用文献としてここに明白に組み込まれる。

40

【0011】

各規格は、基地局から移動局へ、およびその逆の伝送のためデータの処理を明確に定義する。模範的な実施例として、以下の議論はプロトコルのcdma2000規格と一致したスペクトル拡散通信システムであると考えられる。代わりの実施例は別の規格を取り入れるかもしれ

50



ない。

#### 【0012】

図1は多くのユーザをサポートする通信システム100の例として役立ち、ここに議論する実施例の少なくともいくつかの態様を実行することが可能である。様々なアルゴリズムと方法のいずれもシステム100で伝送を計画するために使用されるかもしれない。システム100は多くのセル102A-102Gに関する通信を提供し、その各々がそれぞれ対応している基地局104A-104Gによりサービスされる。模範的な実施例では、いくつかの基地局104が複数の受信アンテナを有し、他のものは1つだけの受信アンテナを有する。同様に、いくつかの基地局104は複数の送信アンテナを有し、他のものは単一の送信アンテナを有する。送信アンテナと受信アンテナの組み合わせにはどんな制限もない。したがって、基地局104が複数の送信アンテナと単一の受信アンテナを有すること、または複数の受信アンテナと単一の送信アンテナを有すること、或は単一または複数の送受信アンテナの両方を有することが可能である。

#### 【0013】

カバー領域の端末106が固定された(即ち、静止した)または移動であるかもしれない。図1に示されるように、様々な端末106がシステムの中で分散される。例えば、ソフトハンドオフが採用されているか否か、端末が複数の基地局から多重伝送を(同時または連続して)受信するように設計または作動されるか否かに依存して、各端末106は、任意の与えられた瞬間に順方向リンクおよび逆方向リンクで少なくとも1つおよびことによるとより多くの基地局104と通信する。CDMA通信システムのソフトハンドオフは技術において周知であり、本発明の譲受人に譲渡された“Method and system for providing a Soft Handoff in a CDMA Cellular Telephone System”と題するU.S.特許No.5,101,501に詳細に説明されている。

#### 【0014】

順方向リンクは基地局104から端末106への伝送を言い、逆方向リンクは端末106から基地局104への伝送を言う。模範的な実施例では、いくつかの端末106が複数の受信アンテナを有し、他のものは1つだけの受信アンテナを有する。図1では、基地局104Aはダウンリンクでデータを端末106Aと106Jに送信し、基地局104Bはデータを端末106Bと106Jに送信し、基地局104Cはデータを端末106Cに送信するなどである。

#### 【0015】

図2は通信システムの基地局202と移動局204のブロック図である。基地局202が移動局204と無線通信中である。上述したように、基地局202は信号を受信する移動局204に信号を送信する。さらにまた、移動局204は基地局202に信号を送信するかもしれない。

#### 【0016】

図3は順方向リンク302と逆方向リンク304とを示している基地局202および移動局204のブロック図である。議論したように、順方向リンク302は基地局202から移動局204への伝送を言う。順方向リンク302は時々ダウンリンクと呼ばれるかもしれない。逆方向リンク304は移動局204から基地局202への伝送を言う。逆方向リンク304は時々アップリンクと呼ばれるかもしれない。

#### 【0017】

図4と関連して示されたように、中継器は基地局202と移動局204で使用されるかもしれない。中継器は、移動局204と基地局202の間に無線信号を増幅して、再送信することによって、基地局202の範囲を広げている。以下はマルチパスとフェージングなどの関連問題について議論する。以下の議論で、図4は中継器を導入するだろう。

#### 【0018】

マルチパス信号は構造物および自然な構成物からの反射により発生される同じ無線信号の異なったバージョンである。マルチパス信号は信号をある位置で互いを相殺させる位相シフトを持つことができる。マルチパス信号の位相相殺による信号の損失はフェージングとして知られている。ユーザ通信を混乱させるので、フェージングは無線システムの重大な問題である。例えば、無線の通信装置によって送信される単一の無線信号のいくつかのマル

10

20

30

40

50

チバスコピーが木とビルからの反射で発生されるかもしれない。これらのマルチバスコピーは中継器または移動局204で結合して、位相オフセットのため互いを相殺するかもしれない。

他の無線のシステムと異なって、CDMAシステムは付加的ダイバーシティを提供するためにマルチバス信号を処理することができる。あいにく、十分な時間遅れによって分離されないマルチバス信号が、依然としてCDMAシステムにフェージングを引き起こすかもしれない。信号パワーはフェージングに打ち勝つために通常増加され、増加された信号パワーはシステムの範囲を減少させる。

#### 【0019】

典型的なシステムにおいて、移動局が移動するとき、いくつかの基地局202は多数の移動局204が基地局202と通信することを許容するように配備される。通信ネットワーク100は、通常基地局コントローラ(示されない)または複数の基地局202と通信を交換する同様の装置を含んでいる。通信ネットワーク100の例は、公衆交換ネットワーク、無線のネットワーク、衛星ネットワーク、長距離電話ネットワーク、ローカル電話ネットワーク、およびインターネットを含んでいる。

図4は基地局202と移動局204で中継器401の使用を示すブロック図である。無線の中継器402は移動局204と基地局202の間で時々使用される。中継器402は移動局204と基地局202の間の無線信号を増幅および再送信することによって基地局202の範囲を広げる。示されないが、基地局202は、中継器401を使用することなく他の移動局204から無線信号を通常受信する。

#### 【0020】

中継器401はカバー領域の穴を塞ぐか、またはカバー領域を増大させるためにキャリアとサービスプロバイダーのための費用に対する有効な方法を提供する。しかしながら、中継器401の使用は環境における毎日のおよび季節の変化によって妨げられ、その変化は中継器401の利得と中継器401および基地局202間のパス損失の両方で変動を引き起こす。これらの変動は中継器401のカバー領域においてカバーとサービスに不利に影響した。

#### 【0021】

図5を参照すると、中継器カバー領域を安定させるために中継器401の順方向リンク利得を制御することが望ましい。これは、中継器401の中に加納者ユニット501を埋め込んで、中継器401の順方向リンク402を埋め込まれた加納者ユニット501の順方向リンク502に導入することによって達成されるかもしれない。

#### 【0022】

埋め込まれた加納者ユニット501は、上で説明された変動を打ち負かすことを許容する。さらに、中継器401のカバー領域における移動局204へのより首尾一貫したカバーとサービスがある。

パワー制御中継器401の配備は従来の中継器のものと同様である。必要である余分なステップは、埋め込まれた加納者ユニット501に名目上の中継器利得と名目上の中継器順方向リンク利得に付随する基準順方向リンクパワーレベルを確立させることである。基準順方向リンクパワーレベルは基準受信パワーレベル518、基準受信 $E_c/I_o$ レベル522、および/または基準送信パワーレベル508を含むかもしれない。

#### 【0023】

中継器401カバー領域の移動局204への首尾一貫したカバーとサービスを維持するために、中継器401の出力において一定レベルで基地局202から送信されるパイロット信号を保持することが望ましい。これは順方向リンクパイロット出力パワーレベル514である。中継器401において、中継器401の順方向リンク利得516は所望のパイロット順方向リンク出力パワーレベル514を達成するために設定される。基地局202と中継器401の間で見られる中継器401の順方向リンク利得516または順方向リンクパス損失512のどちらかが変化するなら、所望のパイロット出力パワー514も変化する、中継器401カバー領域の好ましくない収縮または増大を引き起こす。実施例はここに、順方向リンクパス損失512と順方向リンク中継器利得516を測定して、この情報を使用して安定した順方向リンクパイロット出力パワ

10

20

30

40

50

ー514を維持する方法を提供する。

#### 【0024】

中継器401のリンク402、404に埋め込まれた加入者ユニット501が中継器401の順方向リンクパイロット出力パワーレベル514を維持するのに使用されるかもしれない1つの方法は、2つのパラメタ、(1)受信パワーレベル510と呼ばれる、それが受信する全帯域内パワー、(2)受信 $E_c/I_o$ レベル520を測定して、平均することによってである。これらの2つのパラメタが互いに加算され、中継器401の順方向リンクパイロット出力パワーレベル514を維持するように使用される単一の順方向リンク基準を発生させる。この基準のどんな変動も中継器の順方向リンク利得516か順方向リンクパス損失512のどちらかにおける変化を示す。

10

#### 【0025】

説明されたように、加入者ユニット501は中継器401に埋め込まれており、そのリンク502、504は中継器リンク402、404と統合される。受信パワーレベル510と受信 $E_c/I_o$ レベル520は、基地局202と中継器401の間で見られる順方向リンクパス損失512および順方向リンク中継器利得516を測定するのに使用されるかもしれない。パス損失および順方向リンク利得情報を残してフェージングの影響を除去するため、加入者ユニット501が受信パワーレベル510および受信 $E_c/I_o$ レベル520を平均することができる。このパス損失情報512と利得情報516は中継器401の順方向リンクパイロット出力パワー514を設定して、維持するのに使用することができる。同様に、加入者ユニット501がトラヒックに入れられ、その送信パワーレベル506が中継器401と基地局202の間で見られるパス損失を測定するのに使用され

20

#### 【0026】

基準パワーレベルは順方向リンクパイロット出力パワーレベル514を変更するために記憶されるかもしれない。現在の受信パワーレベル510が基準受信パワーレベル518として記憶されるかもしれない。現在の送信パワーレベル506は基準送信パワーレベル508として記憶されるかもしれない。現在の受信 $E_c/I_o$ レベル520は基準 $E_c/I_o$ レベル522として記憶されるかもしれない。受信パワーレベル510、および/または送信パワーレベル506、および/または $E_c/I_o$ レベル520のどんな組み合わせも、基準レベル518、508、522に記憶されて、後で再び再測定されるかもしれない。再測定された値は記憶された値と比較され、パス損失か順方向リンク中継器利得における変化についてチェックすることができる。そして、中継器401順方向リンク利得は、中継器401をその所望の順方向リンクパイロット出力パワー514へ補償しかつ戻すために動かすことができる。

30

#### 【0027】

加入者ユニット501の実施例は図6の機能的なブロック図で例証されたシステム600で示される。システム600はシステム600の動作を制御する中央演算処理装置(CPU)602を含む。リードオンリーメモリ(ROM)とランダムアクセスメモリー(RAM)の両方を含むかもしれないメモリ604は、CPU602に指示とデータを供給する。メモリ604の部分は不揮発性のランダムアクセスメモリー(NVRAM)を含むかもしれない。

#### 【0028】

セルラー電話などの無線通信装置に通常具体化されるシステム600はまた送信器608と受信器610を含むハウジング606を含み、システム600とセルサイトコントローラや基地局202などの遠隔位置との間の、音声通信などのデータの送信および受信を許容する。送信器608と受信器610はトランシーバ612に結合されるかもしれない。アンテナ614はハウジング606に取り付けられていて、電気的にトランシーバ612と結合される。送信器608、受信器610、およびアンテナ614の作動は技術において周知であり、ここに説明される必要はない。

40

#### 【0029】

また、システム600はトランシーバ612によって受信された信号のレベルを検出して定量化するために使用される信号検出器616を含む。信号検出器616は技術で知られているように、全エネルギー、擬似雑音(PN)チップあたりのパイロットエネルギー、パワースペク

50

トル密度、および他の信号のような信号を検出する。以下により詳細に説明されるように、様々な指示および値がシステム600で使用のために信号検出器616によって計算される。

#### 【0030】

一組のタイマ618がパイロット強度プロセッサ620、パイロット受信パワープロセッサ622、および全受信パワープロセッサ624と関連して作動する。受信された信号のレベルを測定し、これらの信号を処理することによって、システム600は無線通信装置とその基地局202の間の通信チャネルの品質を決定することができる。

#### 【0031】

パイロット強度プロセッサ620は信号検出器616からのパイロット強度指示( $E_c/I_o$ )を受信する。信号検出器616は、トランシーバー612で受信された全パワースペクトル密度( $I_o$ )によりPNチップあたりのパイロットエネルギー( $E_c$ )の比率を分割する。全受信エネルギーに対するパイロットエネルギーのこの比率は、技術で知られているように“パイロット強度”と呼ばれる。また、技術で知られているように、パイロット強度は活動的なセルと隣接しているセルに関する負荷条件に依存し、その結果、特定のセルにおけるトラヒック負荷の指示である。

#### 【0032】

全受信パワープロセッサ624は、信号検出器616で検出されて、定量化される可変Rxを使用する。全受信パワー(Rx)はトランシーバー612で受信された全てのパワーの基準である。それはその特定のトランシーバー612に送信される熱雑音、他の呼からの干渉、およびパイロット信号を含んでいる。受信されたこのエネルギーのすべての合計は、全受信パワーを示すように記憶される。

#### 【0033】

パイロット受信パワープロセッサ622は信号検出器616から受信信号強度指示(RSSI)を受け取る。RSSIはパイロット受信パワーを示し、模範的な実施例において、技術で知られているように、全受信パワー(Rx)を( $E_c/I_o$ )と加算することにより計算される。RSSIはシステム負荷から独立しており、RSSIの変化は順方向リンクパス損失変化を示す。これらのパス損失変化は、以下で詳細に説明されるサービスを切り換える時を決定するのに重要である。

#### 【0034】

システム600の状態切換え器626は、トランシーバー612によって受信されかつ信号検出器616によって検出される現状と追加信号に基づいて無線通信装置の状態を制御する。無線通信装置は多くの状態のいずれか1つで作動することができる。

また、システム600はシステム決定器628を含み、無線通信装置を制御して、現在のサービスプロバイダーシステムが不十分であるとそれが決定する時、無線通信装置が遷移すべきサービスプロバイダーシステムを決定するように使用される。

#### 【0035】

システム600の様々な構成要素は、パワーバス、制御信号バス、およびデータバスに加えて状態信号バスを含むかもしれないバスシステム630によって連結される。しかしながら、明快のために、様々なバスは図6でバスシステム630として示される。技術に熟練した者は図6で例証されるシステム600が特定の構成要素のリストよりむしろ機能的なブロック図であることを認識するだろう。例えば、パイロット強度プロセッサ620、パイロット受信パワープロセッサ622、および全受信パワープロセッサ624がシステム600の中で3つの別々のブロックとして示されるが、それらはデジタル信号プロセッサ(DSP)のような、事実上1つの物理的な構成要素で具体化される。また、それらはメモリ604にプログラムコードとして存在し、CPU602によって作動される。同じ理由が図6のシステム600に記載されている他の構成要素に適用される。

#### 【0036】

パワー調整命令は無線チャネルにおける時間変化パス損失を補償する。無線チャネルにおけるパス損失は信号が加入者ユニット501と基地局202の間を伝わる時に信号が受ける劣化または損失として定義される。パス損失は2つの別々の現象、即ち、平均パス損

10

20

30

40

50

失とフェジングによって特徴付けられる。典型的な無線システムでは、順方向リンクと逆方向リンクは異なった周波数で作動する。それにもかかわらず、順方向および逆方向リンクが同じ周波数帯の中で作動するので、2つのリンクの平均パス損失の間に重要な相関関係が存在している。他方、フェジングは順方向および逆方向リンクについて独立している現象であり、特に、遠隔ユニットが動いているか動いている物の近くに位置するとき、時間の関数として急速に変化する。

#### 【0037】

例示している無線システムにおいて、各加入者ユニット501は遠隔ユニットの入力で全パワーに基づいた順方向リンクのパス損失を推定する。全パワーは、加入者ユニット501により感知されるとき同じ周波数割当てで作動しているすべての基地局202からのパワーの合計である。平均順方向リンクパス損失の推定値から、加入者ユニット501は逆方向リンク信号の名目上の送信パワーレベルを設定する。

#### 【0038】

上で述べたように、加入者ユニット501が通信を確立した各基地局202は、加入者ユニット501にパワー調整命令を送り、順方向リンクのパス損失と逆方向リンクのパス損失の間の差、フェジング、および誤りの他の源を補償する。したがって、加入者ユニット501は、逆方向リンク送信パワーレベルを平均順方向リンクパス損失を推定することにより決定される名目上のレベル以上または以下に増加または減少させる逆方向リンク送信利得調整信号を生成する。送信利得調整信号の値は、時間の期間に亘って基地局202から受信されたパワー制御調整命令の累積された結果である。加入者ユニット501が等しい数の上昇および下降命令を受信するなら、送信利得調整信号の値はゼロであり、逆方向リンク送信レベルは名目上の値に等しい。加入者ユニット501が下降命令よりも多くの上昇命令を受信するなら、送信利得調整信号の値は論理的に正であり、逆方向リンク送信レベルは名目上の値より大きい。遠隔ユニットが上昇命令よりも多くの下降命令を受信するなら、送信利得調整信号は論理的に負であり、逆方向リンク送信レベルは名目上の値より小さい。

#### 【0039】

一般に、CDMAネットワークにおける中継器401の使用は、穴を塞ぐ理由と、そうでなければ与えられたセクターのカバー領域を増大させるためにサービスプロバイダーによって望まれている。穴を塞ぐことは以前にカバーされなかった領域に容量を提供することを意味する。穴を塞ぐ応用の1つのマークは一般に領域がカバー領域によって、しばしばまた中継器401と通信にあるまさしくそのセクターで囲まれるということである。セクターのカバー領域を増大または移動することは、セクターからカバー領域の位置または形状を移行させることを言う。この後者の応用の例は高速道路のカバー領域を提供することであるかもしれない。2つのセクターが基地局202に隣接して高速道路をカバーすると仮定する場合、基地局202の位置から直接見ることができない領域を超えた領域にカバー領域を提供するために中継器401を使用することが考えられるかもしれない。

しかしながら、上述したように、中継器401の性能はその動作点から外れているその順方向リンクパイロット出力パワーレベル514により低下する。特に、中継器401は1日中の温度変化、ある季節から別の季節への温度変化、春および夏に木の葉によって引き起こされる減衰、および/または基地局-中継器リンクに沿って建設されている新しい障害物を含む多くの要素によって影響される。

#### 【0040】

上に述べられた現象は中継器401カバー領域におけるサービスと同様にカバー領域に不利に影響するだろう。したがって、変化を検出して定量化し、中継器401のパイロット出力パワーを予定されたレベルに戻すように回復させる能力を持つことが望ましい。ここに例証されるように、これは中継器401の中に加入者ユニット501を埋め込むことによって達成することができる。

#### 【0041】

パワー制御中継器401の一実施例のブロック図を図7に示す。図7に示されるように、埋め込まれた加入者ユニット501の順方向および逆方向リンクは中継器401のものについて

10

20

30

40

50

共通であり、さらに、埋め込まれた加入者ユニット501の順方向リンク信号は中継器401として利得で同じ変動を経験するだろう。様々な代替の実施例を達成するために様々な変更が図7のブロック図に成されることが当業者により認識されるだろう。例えば、加入者ユニット501は、順方向および逆方向リンクの両方に挿入されるよりもむしろ順方向リンクのみに挿入されるかもしれない。

#### 【0042】

順方向リンクパワー増幅器出力に関する要件は主として所望のカバー領域の大きさによって駆動され、要件は通常最大平均パワー $W_g$ で表される。しかしながら、中継器401の順方向リンクの瞬時パワーが $W_g$ よりも実質的に高い場合があるので、順方向リンクパワー増幅器出力に関する要件は飽和を避けるため最大瞬時パワーに広げられるべきであり、最大瞬時パワーはCDMAネットワークにおけるピーク対平均比により最大平均パワーに関連する。

#### 【0043】

中継器401の利得を計算する際に、順方向リンク利得と逆方向リンク利得が同じであると仮定する。その上、基地局202のパワー増幅器出力(典型的な値は25Wである)として $W_g$ が定義される。 $W_g$ は中継器401の順方向リンクパワー増幅器出力として定義される。目標順方向リンクパワー増幅器出力 $W_k$ から、基地局-中継器リンク利得( $G_f$ )は式1に示されるように計算されるかもしれない。

#### 【0044】

$$G_f = W_k / W_g \quad \text{式1}$$

中継器401の利得は式2で示されるように計算されるかもしれない。 $G_f$ は基地局-中継器リンク利得である。 $G_d$ は中継器ドナーアンテナの利得である。 $L_p$ は中継器ドナーアンテナと基地局アンテナ間の目標パス損失である。 $G_a$ は基地局アンテナのアンテナ利得である。

#### 【0045】

#### 【数1】

$$G_R = \frac{G_f}{G_d L_p G_a} = \frac{W_k}{W_g} \frac{1}{G_d L_p G_a} \quad \text{式2}$$

図7を参照すると、dBにおいて、パワー制御中継器の順方向リンク利得は式3で示されたように分解することができる。式3においてCLは結合器708の損失であり、DLはデュープレクサ710の損失である。

$$G_k = G1 + G2 + CL + 2DL \quad \text{式3}$$

G1 712、埋め込まれた加入者ユニット501への順方向リンク結合器708、および埋め込まれた加入者ユニットの順方向リンク減衰器ATT1 714を選択することによって、埋め込まれた加入者ユニット501が適切な量の順方向リンクオーバーヘッドチャンネルパワー(パイロット、ページングおよび同期)を受信するであろうことを確実にすることが重要である。典型的な最小の量の順方向リンクオーバーヘッドチャンネルパワーは-85 dBmである。

#### 【0046】

順方向リンク利得と逆方向リンク利得が同じであると仮定されるので、パワー制御中継器の逆方向リンク利得は同様に $G_k$ であり、図7から、dBにおいてそれは式4により示されるように分解されることができる。式4では、CLは結合器708の損失であり、DLはデュープレクサ710の損失である。

#### 【0047】

$$G_k = G3 + G4 + CL + 2DL \quad \text{式4}$$

埋め込まれた加入者ユニット501は、中継器の順方向リンク利得を制御するようにG2 718を調整するのに使用されるかもしれない。マイクロプロセッサ706は中継器401の様々なパラメタと構成要素を制御する際に使用されるかもしれない。理論的に、G2 718を変える

10

20

30

40

50

と、中継器401の名目上の雑音指数を変更することになる。しかしながら、この分析は中継器401の名目上の雑音指数が一定であると仮定して、G1 712に十分な利得を割り当てることによって、実質的に一定にすることができる。

#### 【0048】

特に、G2 718における予期された変化(埋め込まれた加入者ユニット501あたりの)、およびG2 718の予期された雑音指数から、G1 712がある予定した量より少なく変化するように、中継器401の名目上の雑音指数のために名目上のG2 718をいかに多くのdBだけ超えるかが計算されるかもしれない。

#### 【0049】

例えば、G2 718がG2 718の予期された雑音指数から10dBだけ変化するように期待されたなら、G1 712が1%未満変えるように、中継器401の名目上の雑音指数のために名目上のG2 718を40dBだけ超えるべきであると結論づけ、式5で示される束縛が使用される。式3と5で示される方程式を結合すると、式6に示される方程式が提供される。CLは結合器708の損失である。DLはデュープレクサ710の損失である。一旦G2 718が決定されると、G1 712は式5から得られるかもしれない。

#### 【0050】

$$G1 = G2 + 10\text{dB} + 40\text{dB} = G2 + 50\text{dB} \quad \text{式5}$$

$$G_g = (G2 + 50\text{dB}) + G2 + CL + 2DL \quad \text{式6}$$

$$G2 = 0.5(G_g - CL - 2DL - 50\text{dB}) \quad \text{式7}$$

埋め込まれた加入者ユニット501のために、中継器401でのその順方向リンクパスの利得は、中継器401でのその逆方向リンクパスの利得と等しくあるべきである。特に、埋め込まれた加入者ユニットの逆方向リンク減衰器ATT2 716は、式8の方程式が真であるように設定されるべきである。式8においてCLは結合器の損失である。

#### 【0051】

$$G1 + G2 + CL + ATT1 = ATT2 + CL + G3 + G4 \quad \text{式8}$$

順方向リンク利得制御を有する中継器の展開は、順方向リンク基準を確立する中継器において、埋め込まれた加入者ユニットの付加を有する通常の中継器のものと非常に似ている。この基準が受信されたパワーと受信された $E_c/I_o$ レベルの合計、および/または埋め込まれた加入者ユニットの送信パワーを含むかもしれない。中継器を配備する際に、図8に示されるステップに従うかもしれない。中継器401の順方向リンク利得は目標の順方向リンクパイロットパワー増幅器出力を達成するために調整される802。そして、中継器の逆方向リンク利得は順方向リンクと逆方向リンクをバランスするように調整される804。最終的に、埋め込まれた加入者ユニットの順方向リンク基準パワーが確立される806。

#### 【0052】

順方向リンク利得を調整しているステップ802に関して、目標中継器順方向リンクパイロットパワー増幅器出力 $W_g$ は所望のカバー領域の大きさによって駆動される。 $W_g$ に合うために、利得G2 718が調整される。

パワー制御中継器401の順方向リンク利得の設定で、次のステップは基地局202と中継器401のカバー領域の両方で順方向リンクと逆方向リンクをバランスすることである804。このタスクを達成するように、利得G4 704が調整されるかもしれない。

#### 【0053】

図9は埋め込まれた加入者ユニット501の使用を通して順方向リンク利得を制御するための方法900を示すフローチャートである。まず最初に、受信パワーと受信 $E_c/I_o$ が得られる902。次に、この受信されたパワーと受信された $E_c/I_o$ レベルを使用して順方向リンクパス損失と順方向リンク中継器利得を測定する904。受信されたパワーと $E_c/I_o$ レベルがフェージングの影響を最小にするために平均されるかもしれない906。次に、パス損失と順方向リンク中継器利得情報は順方向リンク中継器出力パワーを設定し、維持するために使用されるかもしれない908。

#### 【0054】

図10は埋め込まれた加入者ユニット501の使用を通して順方向リンク利得を制御するた

10

20

30

40

50

めの別の方法を示すフローチャート1000である。まず最初に、埋め込まれた加入者ユニット501がトラヒックに置かれる1002。そして、図10の実施例は閉ループパワー制御が決着するのを待つ1004。一度トラヒックモードで、加入者ユニット501の送信パワーレベルが得られる1006。送信パワーレベルが使用され、中継器401と基地局202の間の順方向リンクパス損失を測定する1008。次に、パス損失情報を使用して順方向リンク利得出力パワーを設定かつ維持するかもしれない1010。

#### 【0055】

図11は埋め込まれた加入者ユニット501の使用を通して順方向リンク利得を制御するためのさらに別の方法を示すフローチャート1100である。この方法において、送信パワーレベルまたは受信パワーレベル、あるいは受信 $E_c/I_o$ レベルのいずれかが使用されるかもしれない。まず最初に、基準パワーレベルが記憶される1102。記憶された基準パワーレベルは現在の送信パワーレベルおよび/または現在の受信パワーレベル、および/または受信された $E_c/I_o$ レベルのいずれかであるかもしれない。方法は再び現在のパワーレベルを測定するまでしばらくの時間期間待つかもしれない1104。現在のパワーレベルが測定されるとき1106、現在のパワーレベルは順方向リンクパス損失または順方向リンク中継器利得における変化をチェックするために基準パワーレベルと比較されるかもしれない1108。そして、パス損失情報は必要に応じて順方向リンク利得出力パワーを変更する補償のために使用されるかもしれない1110。図11に示される方法は絶えずパワーレベルを監視するために繰り返されるかもしれない。

#### 【0056】

概して、中継器はキャリアとサービスプロバイダーにカバー領域の穴を塞ぐか、またはカバー領域を増大させるだろう。しかしながら、中継器の使用は環境と中継器利得における変動で妨げられる。これらの変動は中継器カバー領域のカバー領域とサービスに不利に影響する。

#### 【0057】

上で説明された問題から、一定の中継器順方向リンクパイロット出力パワーを維持することが望ましい。中継器の中に加入者ユニットを埋め込んで、埋め込まれた加入者ユニットのリンクを中継器のリンクに挿入することによってこの目的は満たされるかもしれない。共通の順方向および逆方向リンクで、埋め込まれた加入者ユニットは中継器の利得を較正するのに使用されるかもしれない。

順方向リンク利得制御による中継器のインストールの間、埋め込まれた加入者ユニットの存在は、名目上の中継器順方向リンクパス損失と利得に進んでいくように順方向リンク基準の確立を許容する。インストールが完全になった後に、埋め込まれた加入者ユニットは周期的な較正を実行することができる。順方向リンク基準からのどんな偏移も中継器の順方向リンク利得かパス損失の変化を示すだろう。

#### 【0058】

当業者は情報及び信号が様々な異なる技術及び技法を使用して表されることを理解するであろう。例えば、上の記述の至る所で引用されるデータ、指示、命令、情報、信号、ビット、シンボル、及びチップは電圧、電流、電磁波、磁場または粒子、光学場または粒子、またはそのあらゆる組合せによって表される。

#### 【0059】

ここで開示された実施例に関連して記述された様々な例示の論理的ブロック、モジュール、回路、及び、アルゴリズムステップは電子ハードウェア、コンピュータソフトウェア、または双方の組合せとして実施できることを通常の当業者はさらに理解するであろう。このハードウェア及びソフトウェアの互換性を明瞭に示すために、様々な例示部品、ブロック、モジュール、回路、及びステップがそれらの機能性に関して一般に上で記述されてきた。そのような機能性がハードウェアまたはソフトウェアとして実施されるかどうかは全体のシステムに課せられた特定の応用及び設計の制約に依存する。熟練技術者は特定の各応用について種々の方法で記述された機能性を実施できるであろうが、そのような実施の決定は本発明の範囲から逸脱するものと解釈されるべきではない。



## 【0060】

ここに開示された実施例に関連して記述された様々な例示の論理的ブロック、モジュール、及び回路は一般用途プロセッサ、デジタル信号プロセッサ(DSP)、特定用途向け集積回路(ASIC)、フィールド・プログラム可能ゲートアレイ(FPGA)または他のプログラム可能論理デバイス、個別ゲートまたはトランジスタ論理、個別ハードウェア部品、またはここに記述された機能を実行するために設計されたそのあらゆる組合せによって実施、或いは実行される。一般用途プロセッサはマイクロプロセッサでもよいが、これに代りでは、そのプロセッサはあらゆる従来のプロセッサ、コントローラ、マイクロコントローラ、または状態機械でもよい。プロセッサはまた計算デバイスの組合せ、例えば、DSPとマイクロプロセッサの組合せ、複数のマイクロプロセッサ、DSPコアと接続した1以上のマイクロプロセッサ、またはそのようなあらゆる他の構成として実施される。

10

## 【0061】

ここに開示された実施例に関連して記述された方法またはアルゴリズムの操作は直接ハードウェアにおいて、プロセッサによって実行されるソフトウェアモジュールにおいて、或いは二つの組合せにおいて組込まれる。ソフトウェアモジュールはRAMメモリ、フラッシュメモリ、ROMメモリ、EPROMメモリ、EEPROMメモリ、レジスタ、ハードディスク、交換可能ディスク、CD-ROM、または当技術分野において既知の他の型式の記憶媒体に存在する。典型的な記憶媒体はプロセッサが記憶媒体から情報を読取り、記憶媒体に情報を書込むことができるようにプロセッサに接続される。それに代るものでは、記憶媒体はプロセッサに一体化してもよい。プロセッサ及び記憶媒体はASICに存在してもよい。ASICはユーザ端末に存在してもよい。代わりに、プロセッサと記憶媒体は離散的な構成要素としてユーザ端末に存在してもよい。

20

## 【0062】

開示された実施例の先の記述は当業者が本発明を行い、或いは使用することを可能にするために提供される。これらの実施例への様々な変更は当業者には直ちに明白であり、ここに定義された一般原理は本発明の精神または範囲から逸脱することなく他の実施例に適用できる。したがって、本発明はここに示された実施例に限定されることを意図していないが、ここに開示された原理及び新規な特徴と一致する最も広い範囲を与えられるべきである。

30

## 【図面の簡単な説明】

## 【0063】

【図1】多くのユーザをサポートするスペクトル拡散通信システムの図である。

【図2】通信システムの基地局と移動局のブロック図である。

【図3】基地局と移動局の間の順方向リンクと逆方向リンクを示すブロック図である。

【図4】基地局と移動局で中継器の使用を示すブロック図である。

【図5】埋め込まれた加入者ユニットがある中継器の実施例のブロック図である。

【図6】加入者ユニットの実施例におけるある構成要素のブロック図を示す。

【図7】順方向リンクと逆方向リンクを示すパワーで制御中継器の実施例のブロック図である。

40

【図8】パワーの制御中継器を配備するための方法の一実施例のフローチャートである。

【図9】埋め込まれた加入者ユニットの使用を通して中継器の順方向リンク利得を制御するための方法を示すフローチャートである。

【図10】埋め込まれた加入者ユニットの使用を通して中継器の順方向リンク利得を制御するための別の方法を示すフローチャートである。

【図11】埋め込まれた加入者ユニットの使用を通して中継器の順方向リンク利得を制御するためのもう1つの方法を示すフローチャートである。

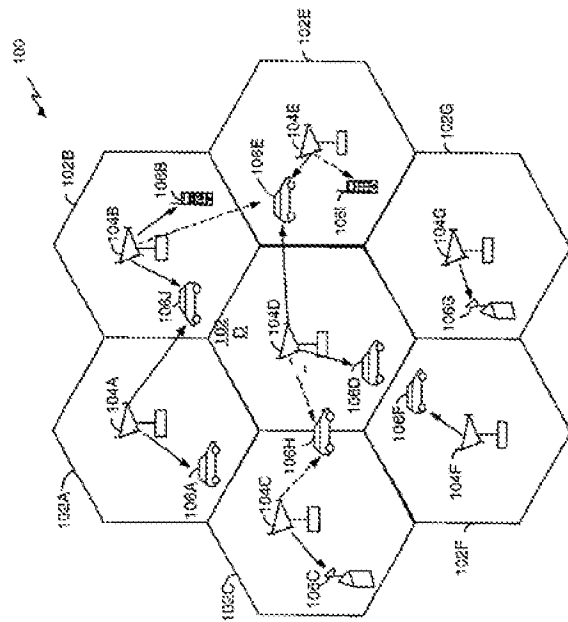
## 【符号の説明】

## 【0064】

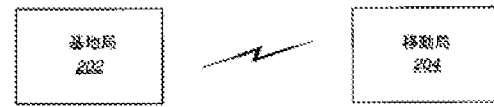
100…通信システム 102…セル 104…基地局 106…端末

50

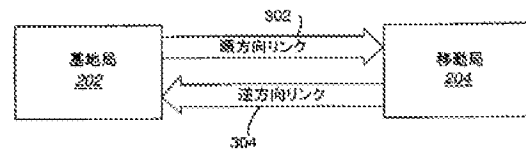
【図 1】



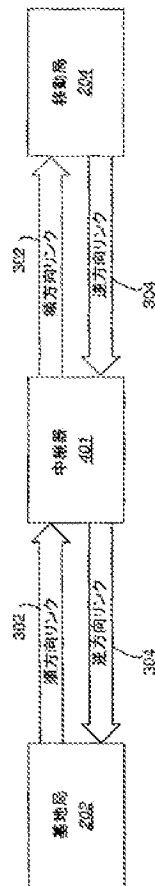
【図 2】



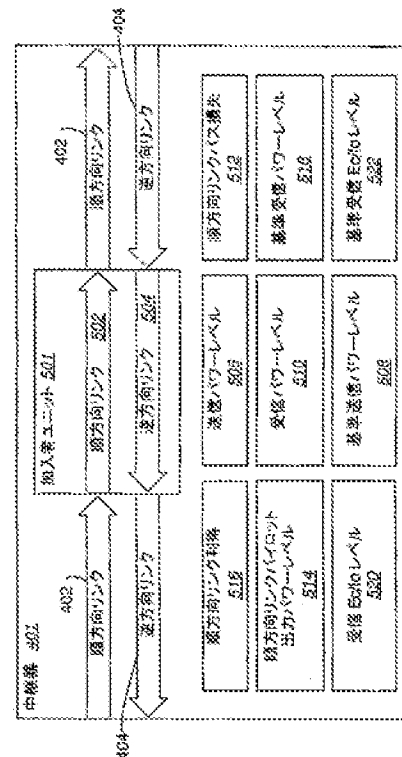
【図 3】



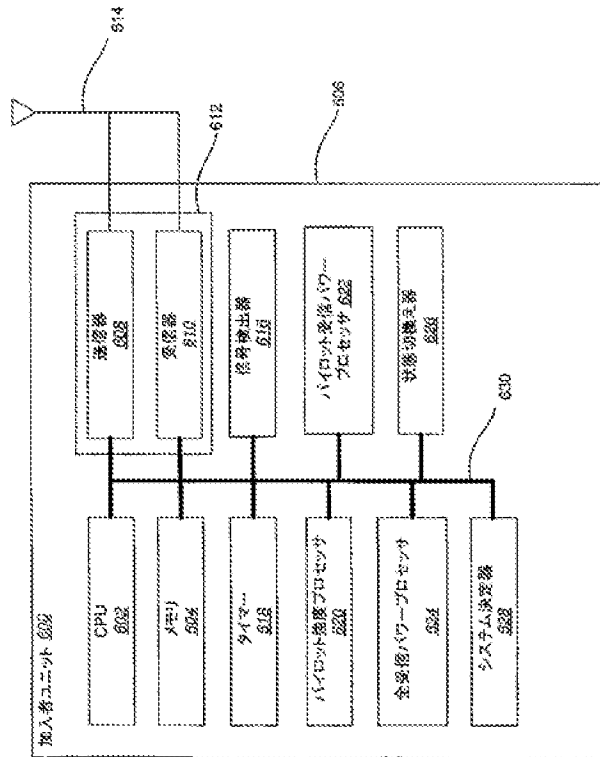
【図 4】



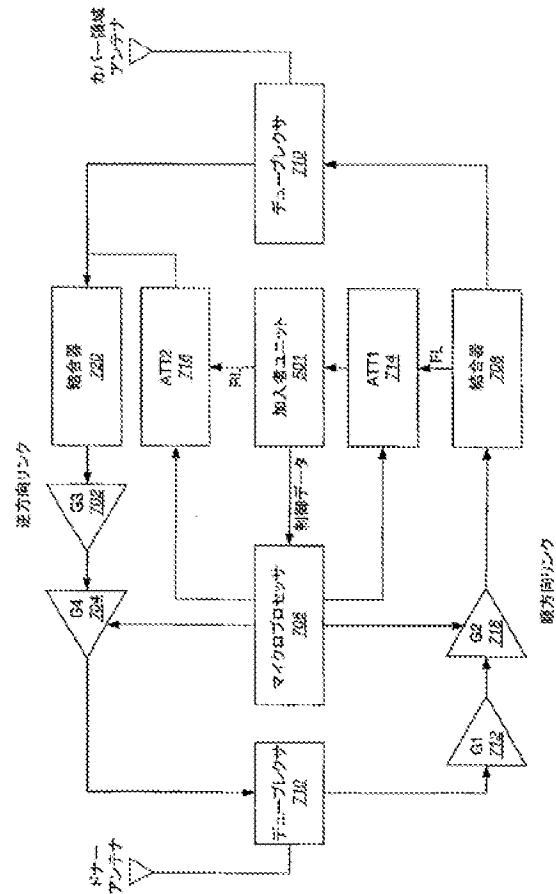
【図 5】



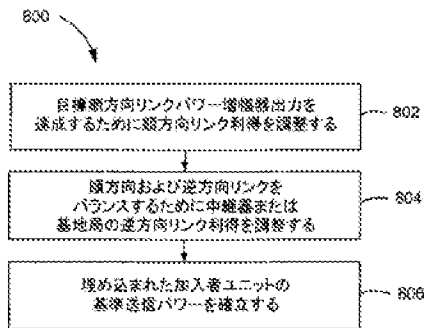
【図 6】



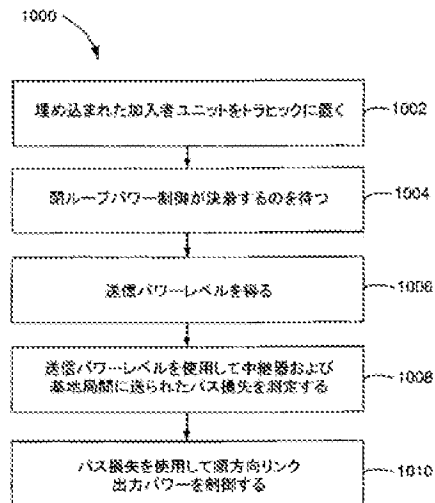
【図 7】



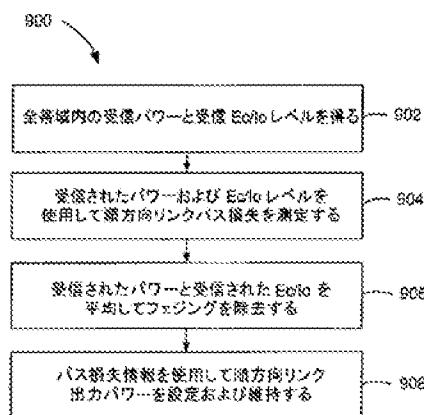
【図 8】



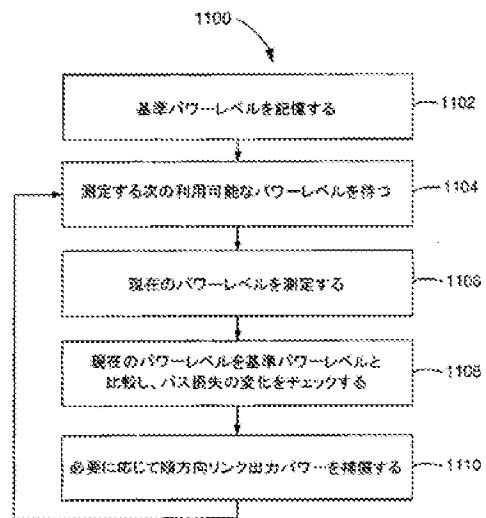
【図 10】



【図 9】



【図 11】



## 【國際調查報告】

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/US03/20404

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b> IPC(7) : H04B 7/216 US CL : 370/335,315; 455/522 According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b> Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) U.S. : 370/335,315,318,278,282,293,320,342,441,479; 455/522,69,7,10,65,13,4,504; 375/140,141,142,144,145 Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) EAST Database		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y --- A	US 2002/094546 A1 (BONGFELDT) 18 April 2002 (18.04.2002), see entire document, especially page 3, [0032] through page 7, [0078].	1-2, 10-11, 19-20, 28-29 3, 12, 21, 30 1, 10, 19, 28
Y --- A	US 2001/0031624 A1 (SCHMUTZ) 18 October 2001 (18.10.2001), see entire document, especially page 4, [0040] through page 6, [0051].	2-3, 11-12, 20-21, 29-30 1-3, 10-12, 19-21, 28-30
A	US 5,835,848 A (BI et al) 10 November 1998 (10.11.1998), see entire document.	1-3, 10-12, 19-21, 28-30
Y	US 6,125,109 A (FUERTER) 26 September 2000 (26.09.2000), see entire document, especially column 4, lines 27-63, column 9, line 58 through column 11, line 16.	1-3, 10-12, 19-21, 28-30
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another document or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search		Date of mailing of the international search report
30 April 2004 (30.04.2004)		20 MAY 2004
Name and mailing address of the ISA/US Mail Stop PCT, Attn: ISA/US Commissioner for Patents P.O. Box 1450 Alexandria, Virginia 22313-1450 Facsimile No. (703)305-3230		Authorized officer Douglas W. Olms Telephone No. (703)506-0377 Karen L. Ward

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (July 1998)

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/US03/20404

**Box I Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of Item 1 of first sheet)**

This international report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claim Nos.:  
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:
2. ☒ Claim Nos.:  
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:  
Please See Continuation Sheet
3. ☒ Claim Nos.: 4-9, 13-18, 22-27 and 31-36  
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

**Box II Observations where unity of invention is lacking (Continuation of Item 2 of first sheet)**

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☐ As all searchable claims could be searched without effort justifying an additional fee, this Authority did not invite payment of any additional fee.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:
4. ☐ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

Remark on Protest

☐  
☐

The additional search fees were accompanied by the applicant's protest.

No protest accompanied the payment of additional search fees.

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

PCT/US03/20404

**Continuation of Box I Reason 2:**

Claims 4-9, 13-18, 23-27, and 31-36 are unsearchable because they are improperly multiple dependent claims depending on multiple dependent claims, e.g. claims 3, 12, 21 and 30, covered by the second and third sentences of PCT rule 6.4(a).

---

 フロントページの続き

(81)指定国 AP(CH,CM,KE,LS,MW,MZ,SD,SL,SZ,TZ,UG,ZM,ZW),EA(AM,AZ,BY,KG,KZ,MD,RO,TJ,TM),EP(AT,BE,BG,CH,CY,CZ,DE,DK,EE,ES,FI,FR,GB,GR,HU,IE,IT,LU,MC,NL,PT,RO,SE,SI,SK,TR),OA(BF,BJ,CF,CG,CJ,CM,GA,GN,GQ,GW,ML,MR,NE,SN,TD,TC),AE,AG,AL,AM,AT,AU,AZ,BA,BB,BG,BR,BY,BZ,CA,CH,CN,CO,CR,CU,CZ,DE,DK,DM,DZ,EC,EE,ES,FI,GB,GD,GE,GH,GM,HR,HU,ID,IL,IN,IS,JP,KE,KG,KP,KR,KZ,LC,LK,LR,LS,LT,LU,LV,MA,MD,ME,MK,MN,MW,MX,MZ,N1,NO,NZ,OM,PG,PH,PL,PT,RO,RU,SC,SD,SE,SG,SK,SL,SY,TJ,TM,TN,TR,TT,TZ,UA,UG,UZ,VC,VN,YU,ZA,ZM,ZW

(74)代理人 100075672

弁理士 峰 隆司

(74)代理人 100109830

弁理士 福原 淑弘

(74)代理人 100084618

弁理士 村松 貞男

(74)代理人 100092196

弁理士 橋本 良郎

(72)発明者 アドキンス、ケイス・エル

アメリカ合衆国、コロラド州 80304、ボウルダー、ナンバー401、アーネット・ストリート 1325

(72)発明者 ウィートレイ、チャールズ・イー・ザ・サード

アメリカ合衆国、カリフォルニア州 92014、デル・マー、トーレイ・ポイント・ロード 570

Fターム(参考) 5K067 AA22 CC10 DD44 EE02 EE06 EE10 GG08 GG09 HH22

5K072 AA02 BB27 CC20 DD11 DD16 DD17 EE19 FF13 GG12 GG13

GG14 GG25



(19) World Intellectual Property  
Organization  
International Bureau



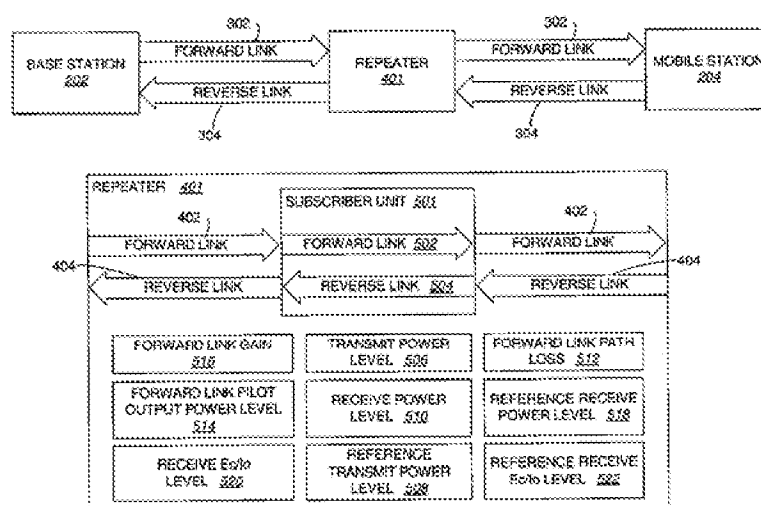
(43) International Publication Date  
8 January 2004 (08.01.2004)

PCT

(10) International Publication Number  
**WO 2004/004365 A2**

- (51) International Patent Classification<sup>7</sup>: **H04Q**
- (21) International Application Number:  
PCT/US2003/020404
- (22) International Filing Date: 26 June 2003 (26.06.2003)
- (25) Filing Language: English
- (26) Publication Language: English
- (30) Priority Data:  
10/184,733 27 June 2002 (27.06.2002) US
- (71) Applicant: **QUALCOMM INCORPORATED** [US/US];  
5775 Morehouse Drive, San Diego, CA 92121 (US).
- (72) Inventors: **ADKINS, Keith, L.**; 1325 Arnett Street, #401,  
Boulder, CO 80304 (US). **WHEATLEY, Charles, E., III**,  
570 Torrey Point Road, Del Mar, CA 92014 (US).
- (74) Agents: **WADSWORTH, Philip, R.** et al.; Qualcomm In-  
corporated, 5775 Morehouse Drive, San Diego, CA 92121  
(US).
- (81) Designated States (*national*): AE, AG, AL, AM, AT, AU,  
AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU,  
CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH,  
GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC,  
LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW,  
MX, MZ, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC,  
SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA,  
UG, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.
- (84) Designated States (*regional*): ARIPO patent (GH, GM,  
KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW),  
Eurasian patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM),  
European patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE,  
ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO,  
SE, SI, SK, TR), OAPI patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM,  
GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).
- Published:**  
— *without international search report and to be republished  
upon receipt of that report*
- For two-letter codes and other abbreviations, refer to the "Guid-  
ance Notes on Codes and Abbreviations" appearing at the begin-  
ning of each regular issue of the PCT Gazette.*

(54) Title: METHOD AND APPARATUS FOR FORWARD LINK GAIN CONTROL IN A POWER CONTROLLED REPEATER



(57) Abstract: A power controlled repeater is disclosed for use in a wireless communication system to control the forward link gain. The power controlled repeater includes a forward link for communications from a base station to a mobile station. In addition, the power controlled repeater includes a reverse link for communications from the mobile station to the base station. An embedded subscriber unit is used at the power controlled repeater and is inserted into the forward link. A microprocessor is in electronic communications with the subscriber unit and implements a method for controlling the forward link gain. The method for controlling the forward link gain includes using the embedded subscriber unit in the power controlled repeater to control the forward link gain.



WO 2004/004365 A2

## **METHOD AND APPARATUS FOR FORWARD LINK GAIN CONTROL IN A POWER CONTROLLED REPEATER**

### **Related Applications**

### **Field**

**[0001]** The present invention relates to wireless communication systems generally and specifically, to methods and apparatus for controlling the forward link gain in a power controlled repeater.

### **Background**

**[0002]** In a wireless radiotelephone communication system, many users communicate over a wireless channel. The use of code division multiple access (CDMA) modulation techniques is one of several techniques for facilitating communications in which a large number of system users are present. Other multiple access communication system techniques, such as time division multiple access (TDMA) and frequency division multiple access (FDMA) are known in the art. However, the spread spectrum modulation technique of CDMA has significant advantages over these modulation techniques for multiple access communication systems.

**[0003]** The CDMA technique has many advantages. An exemplary CDMA system is described in U.S. Pat. No. 4,901,307, entitled "Spread Spectrum Multiple Access Communication System Using Satellite Or Terrestrial Repeaters", issued Feb. 13, 1990, assigned to the assignee of the present invention, and incorporated herein by reference. An exemplary CDMA system is further described in U.S. Pat. No. 5,103,459, entitled "System And Method For Generating Signal Waveforms In A CDMA Cellular Telephone System", issued Apr. 7, 1992, assigned to the assignee of the present invention, and incorporated herein by reference.

**[0004]** In a typical system, several base stations are deployed to allow numerous mobile users to communicate with the base stations as they travel. The communications networks would typically include a base station controller or similar device that

exchanges communications with multiple base stations. Examples of the communications networks include public switched networks, wireless networks, satellite networks, long distance telephone networks, local telephone networks, and the Internet.

[0005] A repeater may be used to extend the range of the base station. The repeater receives wireless signals from a base station and one or more mobile users. The repeater amplifies the received signals and transmits wireless signals based on the amplified signals to the base station and/or to the mobile users. As a result, the repeater extends the range of the base station. The base station also typically receives wireless signals from other mobile stations directly (i.e., without using the repeater).

[0006] Repeaters provide a cost-effective way for carriers and service providers to fill holes in the coverage area or to augment the area of coverage. However, the use of repeaters is hindered by daily and seasonal changes in the environment, which cause fluctuations in both the gain of the repeater and the path loss between the repeater and the base station. These fluctuations could adversely affect the coverage and service in repeater coverage area. There is a need, therefore, to control the gain of the repeater to stabilize the repeater coverage area.

## BRIEF DESCRIPTION OF THE DRAWINGS

[0007] FIG. 1 is a diagram of a spread spectrum communication system that supports a number of users.

[0008] FIG. 2 is a block diagram of a base station and a mobile station in a communications system.

[0009] FIG. 3 is a block diagram illustrating the forward link and the reverse link between the base station and the mobile station.

[00010] FIG. 4 is a block diagram illustrating the use of a repeater with the base station and mobile station.

[00011] FIG. 5 is a block diagram of an embodiment of a repeater with an embedded subscriber unit.

[00012] FIG. 6 illustrates a block diagram of certain components in an embodiment of a subscriber unit.

[00013] FIG. 7 is a block diagram of an embodiment of a power-controlled repeater illustrating the forward link and the reverse link.

[00014] FIG. 8 is a flow diagram of one embodiment of a method for deploying a power controlled repeater.

[00015] FIG. 9 is a flow diagram illustrating a method for controlling the forward link gain of a repeater through use of an embedded subscriber unit.

[00016] FIG. 10 is a flow diagram illustrating another method for controlling the forward link gain of a repeater through use of an embedded subscriber unit.

[00017] FIG. 11 is a flow diagram illustrating a further method for controlling the forward link gain of a repeater through use of an embedded subscriber unit.

## DETAILED DESCRIPTION

[00018] The word "exemplary" is used exclusively herein to mean "serving as an example, instance, or illustration." Any embodiment described herein as "exemplary" is not necessarily to be construed as preferred or advantageous over other embodiments. While the various aspects of the embodiments are presented in drawings, the drawings are not necessarily drawn to scale unless specifically indicated.

[00019] The following discussion develops methods and apparatus for controlling the forward link gain in a power controlled repeater. First an exemplary spread-spectrum wireless communication system is introduced. Particulars regarding a base station, a mobile station and electronic communications there between are set forth. The use of a repeater to extend the coverage of a base station is explained. Details regarding the use of an embedded subscriber unit in a repeater to achieve forward link gain control are illustrated through several block diagrams and flow diagrams. A typical embodiment of a subscriber unit is also discussed.

[00020] Note that the exemplary embodiment is provided as an exemplar throughout this discussion; however, alternate embodiments may incorporate various aspects without departing from the scope of the present invention.

[00021] The exemplary embodiment employs a spread-spectrum wireless communication system. Wireless communication systems are widely deployed to provide various types of communication such as voice, data, and so on. These systems may be based on CDMA, TDMA, or some other modulation techniques. A CDMA system provides certain advantages over other types of systems, including increased

system capacity. CDMA systems transmit and receive wireless signals within a single frequency band and use codes to separate the individual signals. In contrast, other systems use frequency and time division to separate the individual signals. CDMA systems have demonstrated clear advantages in the areas of capacity, voice quality, privacy, and cell hand-off.

[00022] A system may be designed to support one or more standards such as the "TIA/EIA/IS-95-B Mobile Station-Base Station Compatibility Standard for Dual-Mode Wideband Spread Spectrum Cellular System" referred to herein as the IS-95 standard, the standard offered by a consortium named "3rd Generation Partnership Project" referred to herein as 3GPP, and embodied in a set of documents including Document Nos. 3G TS 25.211, 3G TS 25.212, 3G TS 25.213, and 3G TS 25.214, 3G TS 25.302, referred to herein as the W-CDMA standard, the standard offered by a consortium named "3rd Generation Partnership Project 2" referred to herein as 3GPP2, and TR-45.5 referred to herein as the cdma2000 standard, formerly called IS-2000 MC. The standards cited hereinabove are hereby expressly incorporated herein by reference.

[00023] Each standard specifically defines the processing of data for transmission from base station to mobile, and vice versa. As an exemplary embodiment the following discussion considers a spread-spectrum communication system consistent with the cdma2000 standard of protocols. Alternate embodiments may incorporate another standard.

[00024] FIG. 1 serves as an example of a communications system 100 that supports a number of users and is capable of implementing at least some aspects of the embodiments discussed herein. Any of a variety of algorithms and methods may be used to schedule transmissions in the system 100. The system 100 provides communication for a number of cells 102A-102G, each of which is serviced by a corresponding base station 104A-104G, respectively. In the exemplary embodiment, some of the base stations 104 have multiple receive antennas and others have only one receive antenna. Similarly, some of the base stations 104 have multiple transmit antennas, and others have single transmit antennas. There are no restrictions on the combinations of transmit antennas and receive antennas. Therefore, it is possible for a base station 104 to have multiple transmit antennas and a single receive antenna, or to have multiple receive antennas and a single transmit antenna, or to have both single or multiple transmit and receive antennas.

[00025] Terminals 106 in the coverage area may be fixed (i.e., stationary) or mobile. As shown in FIG. 1, various terminals 106 are dispersed throughout the system. Each terminal 106 communicates with at least one and possibly more base stations 104 on the forward link and reverse link at any given moment depending on, for example, whether soft handoff is employed or whether the terminal is designed and operated to (concurrently or sequentially) receive multiple transmissions from multiple base stations. Soft handoff in CDMA communications systems is well known in the art and is described in detail in U.S. Patent No. 5,101,501, entitled "Method and system for providing a Soft Handoff in a CDMA Cellular Telephone System", which is assigned to the assignee of the present invention.

[00026] The forward link refers to transmission from the base station 104 to the terminal 106, and the reverse link refers to transmission from the terminal 106 to the base station 104. In the exemplary embodiment, some of terminals 106 have multiple receive antennas and others have only one receive antenna. In FIG. 1, base station 104A transmits data to terminals 106A and 106J on the downlink, base station 104B transmits data to terminals 106B and 106J, base station 104C transmits data to terminal 106C, and so on.

[00027] FIG. 2 is a block diagram of the base station 202 and mobile station 204 in a communications system. A base station 202 is in wireless communications with the mobile station 204. As mentioned above, the base station 202 transmits signals to mobile stations 204 that receive the signals. In addition, mobile stations 204 may also transmit signals to the base station 202.

[00028] FIG. 3 is a block diagram of the base station 202 and the mobile station 204 illustrating the forward link 302 and the reverse link 304. As discussed, the forward link 302 refers to transmissions from the base station 202 to the mobile station 204. The forward link 302 may sometimes be referred to as the downlink. The reverse link 304 refers to transmissions from the mobile station 204 to the base station 202. The reverse link 304 may sometimes be referred to as the uplink.

[00029] As will be illustrated in relation to FIG. 4, a repeater may be used with the base station 202 and mobile station 204. A repeater extends the range of the base station 202 by amplifying and retransmitting the wireless signals between the mobile station 204 and the base station 202. The following discusses relevant issues such as multipath and fading. Following the discussion, FIG. 4 will introduce a repeater.

[00030] Multipath signals are different versions of the same wireless signal that are generated by reflections from structures and natural formations. Multipath signals can have phase shifts that cause the signals to cancel each other out at certain locations. The loss of a signal due to the phase cancellation of multipath signals is known as fading. Fading is a serious problem in wireless systems because it disrupts user communications. For example, several multipath copies of a single wireless signal transmitted by a wireless communications device may be generated by reflections from trees and buildings. These multipath copies may combine in the repeater or mobile station 204 and cancel each other out due to phase offset.

[00031] Unlike other wireless systems, CDMA systems can process multipath signals to provide additional diversity. Unfortunately, multipath signals that are not separated by a sufficient time delay may still cause fading in a CDMA system. Signal power is typically increased to overcome fading, but the increased signal power reduces the range of the system.

[00032] In a typical system, several base stations 202 are deployed to allow numerous mobile stations 204 to communicate with the base stations 202 as they travel. The communications networks 100 would typically include a base station controller (not shown) or similar device that exchanges communications with multiple base stations 202. Examples of the communications networks 100 include public switched networks, wireless networks, satellite networks, long distance telephone networks, local telephone networks, and the Internet.

[00033] FIG. 4 is a block diagram illustrating the use of a repeater 401 with the base station 202 and mobile station 204. The wireless repeater 402 is sometimes used between the mobile station 204 and the base station 202. The repeater 402 extends the range of the base station 202 by amplifying and re-transmitting the wireless signals between the mobile station 204 and the base station 202. Although not shown, the base station 202 also typically receives wireless signals from other mobile stations 204 without using the repeater 401.

[00034] Repeaters 401 provide a cost-effective way for carriers and service providers to fill holes in the coverage area or to augment the area of coverage. However, the use of repeaters 401 is hindered by daily and seasonal changes in the environment, which cause fluctuations in both the gain of the repeater 401 and the path loss between the repeater 401 and the base station 202. These fluctuations could adversely affect the coverage and service in the repeater 401 coverage area.

[00035] Referring now to FIG. 5, it is desirable to control the forward link gain of the repeater 401 to stabilize the repeater coverage area. This may be accomplished by embedding a subscriber unit 501 inside the repeater 401 and injecting the forward link 402 of the repeater 401 into the forward link 502 of the embedded subscriber unit 501.

[00036] The embedded subscriber unit 501 allows the fluctuations described above to be overcome. In addition, there is more consistent coverage and service to mobile stations 204 in the repeater 401 coverage area.

[00037] The deployment of a power-controlled repeater 401 is similar to that of a conventional repeater. One extra step that is needed is to have the embedded subscriber unit 501 establish a reference forward link power level to go along with the nominal repeater gain and the nominal repeater forward link gain. The reference forward link power level may include a reference receive power level 518, a reference receive  $E_c/I_o$  level 522, and/or a reference transmit power level 508.

[00038] In order to maintain consistent coverage and service to mobile stations 204 in the repeater 401 coverage area, it is desirable to keep the pilot signal transmitted from the base station 202 at a constant level at the output of the repeater 401. This is the forward link pilot output power level 514. In the repeater 401, the forward link gain 516 of the repeater 401 is set to achieve a desired pilot forward link output power level 514. If either the repeater 401 forward link gain 516 or the forward link path loss 512 seen between the base station 202 and the repeater 401 varies, then the desired pilot output power 514 will also vary, causing an undesirable shrinking or growing of the repeater 401 coverage area. Embodiments herein provide a way to measure the forward link path loss 512 plus the forward link repeater gain 516 and to use this information to maintain a stable forward link pilot output power 514.

[00039] One way the subscriber unit 501 embedded into the links 402, 404 of a repeater 401 may be used to maintain the forward link pilot output power level 514 of a repeater 401 is by measuring and averaging two parameters: (1) the total in-band power it receives, referred to as the receive power level 510, and (2) the receive  $E_c/I_o$  level 520. These two parameters may be added together to generate a single forward link reference used to maintain the forward link pilot output power level 514 of a repeater 401. Any variation in this reference indicates a change in either the repeater forward link gain 516 or forward link path loss 512.

[00040] As described, a subscriber unit 501 is embedded into the repeater 401 and its links 502, 504 are integrated into the repeater links 402, 404. The receive power level



510 and receive  $E_c/I_o$  level 520 may be used to measure the forward link path loss 512 seen between the base station 202 and the repeater 401 and the forward link repeater gain 516. The subscriber unit 501 can average the receive power level 510 and receive  $E_c/I_o$  level 520 to remove fading effects, leaving path loss and forward link gain information. This path loss information 512 and gain information 516 can be used to set and maintain the forward link pilot output power 514 of the repeater 401. Likewise, the subscriber unit 501 may be put into traffic and its transmit power level 506 may be used to measure the path loss seen between the repeater 401 and the base station 202.

[00041] Reference power levels may be stored to modify the forward link pilot output power level 514. The current receive power level 510 may be stored as a reference receive power level 518. The current transmit power level 506 may be stored as a reference transmit power level 508. The current receive  $E_c/I_o$  level 520 may be stored as a reference  $E_c/I_o$  level 522. Any combination of the receive power level 510 and/or the transmit power level 506 and/or the  $E_c/I_o$  level 520 may be stored in the reference levels 518, 508, 522 and re-measured again at a later time. The re-measured value can be compared to the stored value to check for changes in path loss or forward link repeater gain. The repeater 401 forward link gain can then be moved to compensate and return the repeater 401 to its desired forward link pilot output power 514.

[00042] An embodiment of a subscriber unit 501 is shown in a system 600 illustrated in the functional block diagram of FIG. 6. The system 600 includes a central processing unit (CPU) 602 which controls operation of the system 600. A memory 604, which may include both read-only memory (ROM) and random access memory (RAM), provides instructions and data to the CPU 602. A portion of the memory 604 may also include non-volatile random access memory (NVRAM).

[00043] The system 600, which is typically embodied in a wireless communication device such as a cellular telephone, also includes a housing 606 that contains a transmitter 608 and a receiver 610 to allow transmission and reception of data, such as audio communications, between the system 600 and a remote location, such as a cell site controller or base station 202. The transmitter 608 and receiver 610 may be combined into a transceiver 612. An antenna 614 is attached to the housing 606 and electrically coupled to the transceiver 612. The operation of the transmitter 608, receiver 610, and antenna 614 is well known in the art and need not be described herein.

[00044] The system 600 also includes a signal detector 616 used to detect and quantify the level of signals received by the transceiver 612. The signal detector 616 detects such signals as total energy, pilot energy per pseudonoise (PN) chips, power spectral density, and other signals, as is known in the art. Various indicators and values are calculated by the signal detector 616 for use in the system 600, as described in further detail below.

[00045] A set of timers 618 works in conjunction with a pilot strength processor 620, a pilot received power processor 622, and a total received power processor 624. By measuring the levels of the signals received and processing these signals, the system 600 can determine the quality of the communication channel between the wireless communication device and its base station 202.

[00046] The pilot strength processor 620 receives a pilot strength indicator ( $E_c/I_o$ ) from the signal detector 616. The signal detector 616 divides the ratio of pilot energy per PN chip ( $E_c$ ) by the total power spectral density received at the transceiver 612 ( $I_o$ ). This ratio of pilot energy to overall received energy is called "pilot strength," as is known in the art. Also as known in the art, the pilot strength depends on loading conditions of an active cell and adjacent cells, and thus is an indication of traffic load in a particular cell.

[00047] The total received power processor 624 uses a variable  $R_x$  that is detected and quantified at the signal detector 616. The total received power ( $R_x$ ) is a measure of all power received at the transceiver 612. It includes thermal noise, interference from other callers and a pilot signal transmitted to that particular transceiver 612. A total of all this energy received is stored to indicate the total received power.

[00048] The pilot received power processor 622 receives a Received Signal Strength Indicator (RSSI) from the signal detector 616. The RSSI indicates the pilot received power and, in an exemplary embodiment, is calculated by adding the total received power ( $R_x$ ) with the ( $E_c/I_o$ ), as is known in the art. The RSSI is independent of system loading and variation in the RSSI indicates forward link path loss changes. These path loss changes are important in determining when to switch service, described in detail below.

[00049] A state changer 626 of the system 600 controls the state of the wireless communication device based on a current state and additional signals received by the transceiver 612 and detected by the signal detector 616. The wireless communication device is capable of operating in any one of a number of states.

[00050] The system 600 also includes a system determinator 628 used to control the wireless communication device and determine which service provider system the wireless communication device should transfer to when it determines the current service provider system is inadequate.

[00051] The various components of the system 600 are coupled together by a bus system 630 which may include a power bus, a control signal bus, and a status signal bus in addition to a data bus. However, for the sake of clarity, the various busses are illustrated in FIG. 6 as the bus system 630. One skilled in the art will appreciate that the system 600 illustrated in FIG. 6 is a functional block diagram rather than a listing of specific components. For example, although the pilot strength processor 620, pilot received power processor 622, and the total received power processor 624 are illustrated as three separate blocks within the system 600, they may in fact be embodied in one physical component, such as a digital signal processor (DSP). They may also reside as program codes in the memory 604 and operated on by the CPU 602. The same considerations apply to the other components listed in system 600 of FIG. 6.

[00052] The power adjustment commands compensate for the time-varying path loss in the wireless channel. Path loss in the wireless channel is defined as degradation or loss suffered by a signal as it travels between the subscriber unit 501 and the base station 202. Path loss is characterized by two separate phenomenons: average path loss and fading. In a typical wireless system, the forward link and reverse link operate on different frequencies. Nevertheless, because the forward and reverse links operate within the same frequency band, a significant correlation exists between the average path loss of the two links. On the other hand, fading is an independent phenomenon for the forward and reverse link and varies rapidly as a function of time, especially when the remote unit is in motion or is located near objects in motion.

[00053] In an exemplifying wireless system, each subscriber unit 501 estimates the path loss of the forward link based on the total power at the input of the remote unit. The total power is the sum of the power from all base stations 202 operating on the same frequency assignment as perceived by the subscriber unit 501. From the estimate of the average forward link path loss, the subscriber unit 501 sets a nominal transmit power level of the reverse link signal.

[00054] As noted above, each base station 202 with which the subscriber unit 501 has established communications sends power adjustment commands to the subscriber unit 501 to compensate for differences between the path loss on the forward link and the

path loss on the reverse link, for fading, and for other sources of error. Thus, the subscriber unit 501 creates a reverse link transmit gain adjustment signal which increases or decreases the reverse link transmit power level above or below the nominal level determined by estimating the average forward link path loss. The value of the transmit gain adjustment signal is the accumulated effect of the power control adjustment commands received from the base station 202 over a period of time. If the subscriber unit 501 receives an equal number of turn-up and turn-down commands, the value of the transmit gain adjustment signal is zero and the reverse link transmit level is equal to the nominal value. If the subscriber unit 501 receives more turn-up than turn-down commands, the value of the transmit gain adjustment signal is logically positive and the reverse link transmit level is greater than the nominal value. If the remote unit receives more turn-down than turn-up commands, the value of the transmit gain adjustment signal is logically negative and the reverse link transmit level is less than the nominal value.

[00055] In general, the use of repeaters 401 in CDMA networks is desired by service providers for reasons of hole filling and for otherwise augmenting the area of coverage for a given sector. Hole filling means to provide capacity in an area that was previously not covered. One mark of a hole filling application is that the area is generally surrounded by coverage, often with the very sector that is also in communication with the repeater 401. Augmenting, or moving, the coverage area of a sector refers to shifting the location or the shape of the coverage area from a sector. An example of this latter application might be to provide highway coverage. Assuming that two sectors cover the highway adjacent to a base station 202, it might be considered to use a repeater 401 in order to provide coverage to an area beyond that immediately visible from the base station 202 location.

[00056] However, and as mentioned above, the performance of the repeater 401 can degrade by its forward link pilot output power level 514 deviating from its operating point. Specifically, the repeater 401 is affected by a number of factors including temperature variations during the day, temperature variations from one season to another, attenuation caused by foliage during spring and summer and/or new obstacles being erected along the base station-repeater link.

[00057] The phenomena stated above will adversely affect coverage as well as service in the repeater 401 coverage area. Therefore, it is desirable to have the ability to detect and quantify the change, and restore the pilot output power of the repeater 401

back to a pre-determined level. As illustrated herein, this can be accomplished by embedding a subscriber unit 501 inside the repeater 401.

[00058] A block diagram of one embodiment of the power-controlled repeater 401 is shown in FIG. 7. As shown in FIG. 7, the forward and reverse links of the embedded subscriber unit 501 are common with those of the repeater 401, and, in addition, the forward link signal of the embedded subscriber unit 501 will experience the same fluctuations in gain as the repeater 401. It will be appreciated by those skilled in the art that various changes may be made to the block diagram of FIG. 7 to achieve various alternative embodiments. For example, the subscriber unit 501 may only be inserted into the forward link rather than being inserted into both the forward and reverse links.

[00059] The requirement on the forward link power amplifier output is primarily driven by the size of the desired coverage area, and the requirement is typically expressed in terms of the maximum average power,  $W_R$ . However, since the instantaneous power on the forward link of the repeater 401 can be substantially higher than  $W_R$ , the requirement on the forward link power amplifier output should be extended to the maximum instantaneous power to avoid saturation, and the maximum instantaneous power is related to the maximum average power by the peak-to-average ratio in CDMA networks.

[00060] In calculating the gain of the repeater 401, it is assumed that the forward link gain and the reverse link gain are identical. Furthermore,  $W_B$  is defined as the power amplifier output of the base station 202 (the typical value is 25W).  $W_R$  is defined as the forward link power amplifier output of repeater 401. From the target forward link power amplifier output,  $W_R$ , the base station-repeater link gain ( $G_T$ ) may be calculated as shown in Formula 1.

$$G_T = \frac{W_R}{W_B} \quad \text{Formula 1.}$$

[00061] The gain of the repeater 401 may be calculated as shown in Formula 2.  $G_T$  is the base station-repeater link gain.  $G_d$  is the gain of the repeater donor antenna.  $L_p$

is the target path loss between the repeater donor antenna and the base station antenna.

$G_a$  is the antenna gain of the base station antenna.

$$G_R = \frac{G_r}{G_d L_p G_a} = \frac{W_R}{W_B} \frac{1}{G_d L_p G_a} \quad \text{Formula 2.}$$

[00062] Referring to FIG. 7, in dB, the forward link gain of the power-controlled repeater can be decomposed into that shown by Formula 3. In Formula 3,  $CL$  is the coupler 708 loss and  $DL$  is the duplexer 710 loss.

$$G_R = G1 + G2 + CL + 2DL \quad \text{Formula 3.}$$

[00063] In selecting  $G1$  712, the forward link coupler 708 to the embedded subscriber unit 501, and the forward link attenuator 714 of the embedded subscriber unit,  $ATT1$  714, it is important to ensure that the embedded subscriber unit 501 will receive an adequate amount of forward link overhead channel power (pilot, paging and sync). A typical minimum amount of forward link overhead channel power is  $-85$  dBm.

[00064] Since it is assumed that the forward link gain and the reverse link gain are identical, the reverse link gain of the power-controlled repeater is  $G_R$  as well, and, from FIG. 7, in dB, it can be decomposed into that illustrated by Formula 4. In Formula 4,  $CL$  is the coupler 708 loss and  $DL$  is the duplexer 710 loss.

$$G_R = G3 + G4 + CL + 2DL \quad \text{Formula 4.}$$

[00065] The embedded subscriber unit 501 may be used to adjust  $G2$  718 to control the forward link gain of the repeater. A microprocessor 706 may be used in controlling various parameters and components of the repeater 401. Theoretically, changing  $G2$  718 is going to alter the nominal noise factor of the repeater 401. However, this analysis assumes that the nominal noise factor of the repeater 401 is constant and can be made substantially constant by allocating sufficient gain in  $G1$  712.

[00066] Specifically, from the anticipated changes in G2 718 (per embedded subscriber unit 501), and the anticipated noise factor of G2 718, one may calculate how many dB should G1 712 exceed the nominal G2 718 in order for the nominal noise factor of the repeater 401 to vary less than some pre-determined amount.

[00067] For example, if G2 718 were expected to change by 10dB, and, from the anticipated noise factor of G2 718, it is concluded that G1 712 should exceed the nominal G2 718 by 40dB in order for the nominal noise factor of the repeater 401 to vary less than 1%, the constraint shown in Formula 5 is used. Combining the equations shown in Formulas 3 and 5 provides the equation shown in Formula 6. *CL* is the coupler 708 loss. *DL* is the duplexer loss. Once G2 718 is determined, G1 712 may be obtained from Formula 5.

$$G1 = G2 + 10dB + 40dB = G2 + 50dB \quad \text{Formula 5.}$$

$$G_R = (G2 + 50dB) + G2 + CL + 2DL \quad \text{Formula 6.}$$

$$G2 = 0.5(G_R - CL - 2DL - 50dB) \quad \text{Formula 7.}$$

[00068] For the embedded subscriber unit 501, the gain of its forward link path in the repeater 401 should be equal to the gain of its reverse link path in the repeater 401. Specifically, the reverse link attenuator 716 of the embedded subscriber unit, ATT2 716, should be set such that the equation in Formula 8 is true. In Formula 8, *CL* is the coupler loss.

$$G1 + G2 + CL + ATT1 = ATT2 + CL + G3 + G4 \quad \text{Formula 8.}$$

[00069] The deployment of a repeater with forward link gain control is very similar to that of a conventional repeater with the addition of the embedded subscriber unit in the repeater to establish a forward link reference. This reference may comprise the sum of the received power and the received  $E_c/I_o$  level and/or the transmit power of the embedded subscriber unit. In deploying the repeater, the steps shown in FIG. 8 may be followed. The forward link gain of the repeater 401 is adjusted 802 to achieve target forward link pilot power amplifier output. Then the reverse link gain of the repeater is

adjusted 804 to balance the forward link and the reverse link. Finally, the forward link reference power of the embedded subscriber unit is established 806.

[00070] Regarding the step of adjusting 802 the forward link gain, the target repeater forward link pilot power amplifier output,  $W_R$ , is driven by the size of the desired coverage area. To meet  $W_R$ , the gain G2 718 is adjusted.

[00071] With the forward link gain of the power-controlled repeater 401 set, the next step is to balance 804 the forward link and the reverse link in both the base station 202 and repeater 401 coverage areas. To accomplish this task the gain G4 704 may be adjusted.

[00072] FIG. 9 is a flow diagram illustrating a method 900 for controlling the forward link gain through use of the embedded subscriber unit 501. First, the received power and received Ec/Io are obtained 902. Then this received power and received Ec/Io levels are used 904 to measure the forward link path loss and forward link repeater gain. The received power and Ec/Io levels may be averaged 906 to minimize the effects of fading. Then the path loss and forward link repeater gain information may be used 908 to set and maintain the forward link repeater output power.

[00073] FIG. 10 is a flow diagram illustrating another method 1000 for controlling the forward link gain through use of the embedded subscriber unit 501. First, the embedded subscriber unit 501 is placed 1002 into traffic. The embodiment of FIG. 10 then waits 1004 for the closed-loop power control to settle. Once in traffic mode, the transmit power level of the subscriber unit 501 is obtained 1006. The transmit power level may be used 1008 to measure the forward link path loss between the repeater 401 and the base station 202. Then the path loss information may be used 1010 to set and maintain the forward link gain output power.

[00074] FIG. 11 is a flow diagram illustrating yet another method 1100 for controlling the forward link gain through use of the embedded subscriber unit 501. In this method, either the transmit power level or the receive power level or the received Ec/Io level may be used. First a reference power level is stored 1102. The reference power level that is stored may be either the current transmit power level and/or the current receive power level and/or the received Ec/Io level. The method may wait 1104 for some time period until it again measures the current power level. When the current power level is measured 1106, the current power level may be compared 1108 with the reference power level to check for changes in the forward link path loss or forward link



repeater gain. Then the path loss information may be used to compensate 1110 to modify the forward link gain output power as needed. The method as shown in FIG. 11 may be iterated through to continually monitor the power levels.

[00075] In summary, repeaters will allow carriers and service providers to fill holes in the coverage area or to augment the area of coverage. However, the use of repeaters is thwarted by fluctuations in the environment and in the repeater gain. These fluctuations could adversely affect the coverage and service in the repeater coverage area.

[00076] From the problem described above, it is desirable to maintain a constant repeater forward link pilot output power. This objective may be met by embedding a subscriber unit inside the repeater, and by inserting the links of the embedded subscriber unit into the links of the repeater. With common forward and reverse links, the embedded subscriber unit may be used to calibrate the gain of the repeater.

[00077] During the installation of a repeater with forward link gain control, the presence of the embedded subscriber unit allows the establishment of a forward link reference to go along with the nominal repeater forward link path loss and gain. After installation is complete, the embedded subscriber unit can perform periodic calibrations. Any deviation from the forward link reference would indicate a change in the repeater forward link gain or path loss.

[00078] Those of skill in the art would understand that information and signals may be represented using any of a variety of different technologies and techniques. For example, data, instructions, commands, information, signals, bits, symbols, and chips that may be referenced throughout the above description may be represented by voltages, currents, electromagnetic waves, magnetic fields or particles, optical fields or particles, or any combination thereof.

[00079] Those of skill would further appreciate that the various illustrative logical blocks, modules, circuits, and algorithm steps described in connection with the embodiments disclosed herein may be implemented as electronic hardware, computer software, or combinations of both. To clearly illustrate this interchangeability of hardware and software, various illustrative components, blocks, modules, circuits, and steps have been described above generally in terms of their functionality. Whether such functionality is implemented as hardware or software depends upon the particular application and design constraints imposed on the overall system. Skilled artisans may implement the described functionality in varying ways for each particular application,

but such implementation decisions should not be interpreted as causing a departure from the scope of the present invention.

[00080] The various illustrative logical blocks, modules, and circuits described in connection with the embodiments disclosed herein may be implemented or performed with a general purpose processor, a digital signal processor (DSP), an application specific integrated circuit (ASIC), a field programmable gate array (FPGA) or other programmable logic device, discrete gate or transistor logic, discrete hardware components, or any combination thereof designed to perform the functions described herein. A general purpose processor may be a microprocessor, but in the alternative, the processor may be any conventional processor, controller, microcontroller, or state machine. A processor may also be implemented as a combination of computing devices, e.g., a combination of a DSP and a microprocessor, a plurality of microprocessors, one or more microprocessors in conjunction with a DSP core, or any other such configuration.

[00081] The steps of a method or algorithm described in connection with the embodiments disclosed herein may be embodied directly in hardware, in a software module executed by a processor, or in a combination of the two. A software module may reside in RAM memory, flash memory, ROM memory, EPROM memory, EEPROM memory, registers, hard disk, a removable disk, a CD-ROM, or any other form of storage medium known in the art. An exemplary storage medium is coupled to the processor such the processor can read information from, and write information to, the storage medium. In the alternative, the storage medium may be integral to the processor. The processor and the storage medium may reside in an ASIC. The ASIC may reside in a user terminal. In the alternative, the processor and the storage medium may reside as discrete components in a user terminal.

[00082] The previous description of the disclosed embodiments is provided to enable any person skilled in the art to make or use the present invention. Various modifications to these embodiments will be readily apparent to those skilled in the art, and the generic principles defined herein may be applied to other embodiments without departing from the spirit or scope of the invention. Thus, the present invention is not intended to be limited to the embodiments shown herein but is to be accorded the widest scope consistent with the principles and novel features disclosed herein.

**WHAT IS CLAIMED IS:**

## CLAIMS

1. A method for controlling forward link gain in a power controlled repeater, comprising:
  - embedding a subscriber unit in a power controlled repeater, wherein the subscriber unit includes a subscriber unit forward link, wherein the repeater includes a repeater forward link, and wherein the repeater forward link is inserted into the subscriber unit forward link;
  - receiving a wireless signal from a base station at the power controlled repeater;
  - and
  - using the embedded subscriber unit in the power controlled repeater to detect receive pilot signal strength and to control the forward link gain of the power controlled repeater through use of the receive pilot signal strength.
2. The method as in claim 1, wherein the wireless signal is a CDMA signal.
3. The method as in any one of the preceding claims, further comprising:
  - measuring forward link path loss; and
  - maintaining a substantially consistent forward link pilot output power through use of the forward link path loss.
4. The method as in any one of the preceding claims, wherein using the embedded subscriber unit in the power controlled repeater to control the forward link gain of the power controlled repeater comprises:
  - obtaining a receive power level;
  - obtaining a receive  $E_c/I_o$  level;
  - determining forward link path loss through use of the receive power level and the receive  $E_c/I_o$  level;
  - averaging the receive power level and the receive  $E_c/I_o$  level to substantially remove fading; and
  - maintaining a substantially consistent forward link pilot output power through use of the forward link path loss.
5. The method as in claim 1 or any one of claims 2-3 as dependent thereon, wherein using the embedded subscriber unit in the power controlled repeater to

control the forward link gain of the power controlled repeater comprises:

- placing the embedded subscriber unit into traffic;
- waiting for closed-loop power control to settle;
- obtaining a transmit power level;
- determining forward link path loss through use of the transmit power level; and
- maintaining a substantially consistent forward link pilot output power through use of the forward link path loss.

6. The method as in claim 1 or any one of claims 2-3 as dependent thereon, wherein using the embedded subscriber unit in the power controlled repeater to control the forward link gain of the power controlled repeater comprises:
  - storing a reference power level;
  - measuring a current power level;
  - comparing the current power level with the reference power level to identify changes in forward link path loss;
  - maintaining a substantially consistent forward link pilot output power through use of any identified changes in the forward link path loss.
7. The method as in claim 6, wherein the reference power level comprises a reference receive power level and wherein the current power level comprises a receive power level.
8. The method as in claim 6, wherein the reference power level comprises a reference receive  $E_c/I_o$  level and wherein the current power level comprises a receive  $E_c/I_o$  level.
9. The method as in claim 6, wherein the reference power level comprises a reference transmit power level and wherein the current power level comprises a transmit power level.
10. A power controlled repeater for use in a wireless communication system, the power controlled repeater comprising:
  - a forward link for communications from a base station to a mobile station;
  - a reverse link for communications from the mobile station to the base station;

an embedded subscriber unit inserted into the forward link; and  
a microprocessor in electronic communications with the subscriber unit, the  
microprocessor implementing a method for controlling forward link gain,  
the method comprising:

using the embedded subscriber unit in the power controlled repeater to  
detect receive pilot signal strength and to control the forward link  
gain of the power controlled repeater through use of the receive  
pilot signal strength.

11. The power controlled repeater as in claim 10, wherein a CDMA signal is transmitted on the forward link.
12. The power controlled repeater as in claim 10 or 11 as dependent thereon, wherein the method implemented by the microprocessor further comprises:  
measuring forward link path loss; and  
maintaining a substantially consistent forward link pilot output power through use of the forward link path loss.
13. The power controlled repeater as in any one of claim 10-12, wherein using the embedded subscriber unit in the power controlled repeater to control the forward link gain of the power controlled repeater comprises:  
obtaining a receive power level;  
obtaining a receive  $E_c/I_o$  level;  
determining forward link path loss through use of the receive power level and the receive  $E_c/I_o$  level;  
averaging the receive power level and the receive  $E_c/I_o$  level to substantially remove fading; and  
maintaining a substantially consistent forward link pilot output power through use of the forward link path loss.
14. The power controlled repeater as in any one of claims 10-12, wherein using the embedded subscriber unit in the power controlled repeater to control the forward link gain of the power controlled repeater comprises:  
placing the embedded subscriber unit into traffic;

waiting for closed-loop power control to settle;  
obtaining a transmit power level;  
determining forward link path loss through use of the transmit power level; and  
maintaining a substantially consistent forward link pilot output power through  
use of the forward link path loss.

15. The power controlled repeater as in any one of claims 10-12, wherein using the embedded subscriber unit in the power controlled repeater to control the forward link gain of the power controlled repeater comprises:
  - storing a reference power level;
  - measuring a current power level;
  - comparing the current power level with the reference power level to identify changes in forward link path loss;
  - maintaining a substantially consistent forward link pilot output power through use of any identified changes in the forward link path loss.
16. The power controlled repeater as in claim 15, wherein the reference power level comprises a reference receive power level and wherein the current power level comprises a receive power level.
17. The power controlled repeater as in claim 15, wherein the reference power level comprises a reference receive  $E_c/I_o$  level and wherein the current power level comprises a receive  $E_c/I_o$  level.
18. The power controlled repeater as in claim 15, wherein the reference power level comprises a reference transmit power level and wherein the current power level comprises a transmit power level.
19. A wireless communication system capable of controlling forward link gain through use of a power controlled repeater, the wireless communication system comprising:
  - a base station for relaying communications to a plurality of mobile stations;
  - a power controlled repeater in a coverage area of the base station, wherein the power controlled repeater includes a repeater forward link; and
  - a subscriber unit embedded in the power controlled repeater, wherein the

subscriber unit includes a subscriber unit forward link, wherein the repeater forward link is inserted into the subscriber unit forward link, and wherein the embedded subscriber unit is used to detect receive pilot signal strength and to control the forward link gain of the power controlled repeater through use of the receive pilot signal strength.

20. The wireless communication system as in claim 19, wherein the communications comprise CDMA signals.
21. The wireless communication system as in claim 19 or 20 as dependent thereon, wherein the power controlled repeater implements a method comprising:
  - measuring forward link path loss; and
  - maintaining a substantially consistent forward link pilot output power through use of the forward link path loss.
22. The wireless communication system as in any one of claims 19-21, wherein the power controlled repeater implements a method comprising:
  - obtaining a receive power level;
  - obtaining a receive  $E_c/I_o$  level;
  - determining forward link path loss through use of the receive power level and the receive  $E_c/I_o$  level;
  - averaging the receive power level and the receive  $E_c/I_o$  level to substantially remove fading; and
  - maintaining a substantially consistent forward link pilot output power through use of the forward link path loss.
23. The wireless communication system as in any one of claims 19-21, wherein the power controlled repeater implements a method comprising:
  - placing the embedded subscriber unit into traffic;
  - waiting for closed-loop power control to settle;
  - obtaining a transmit power level; determining forward link path loss through use of the transmit power level; and maintaining a substantially consistent forward link pilot output power through use of the forward link path loss.

24. The wireless communication system as in any one of claims 19-21, wherein the power controlled repeater implements a method comprising:
- storing a reference power level;
  - measuring a current power level;
  - comparing the current power level with the reference power level to identify changes in forward link path loss;
  - maintaining a substantially consistent forward link pilot output power through use of any identified changes in the forward link path loss.
25. The wireless communication system as in claim 24, wherein the reference power level comprises a reference receive power level and wherein the current power level comprises a receive power level.
26. The wireless communication system as in claim 24, wherein the reference power level comprises a reference receive  $E_c/I_o$  level and wherein the current power level comprises a receive  $E_c/I_o$  level.
27. The wireless communication system as in claim 24, wherein the reference power level comprises a reference transmit power level and wherein the current power level comprises a transmit power level.
28. A power controlled repeater for use in a wireless communication system, the power controlled repeater comprising:
- means for maintaining a forward link for communications from a base station to a mobile station;
  - means for maintaining a reverse link for communications from the mobile station to the base station;
  - means for wireless communications inserted into the forward link; and
  - means for using the means for wireless communications to control forward link gain, the means for using the means for wireless communications comprising:
    - means for detecting receive pilot signal strength and for controlling the forward link gain of the power controlled repeater through use of the receive pilot



signal strength.

29. The power controlled repeater as in claim 28, wherein a CDMA signal is transmitted on the forward link.
30. The power controlled repeater as in claim 28 or 29 as dependent thereon, wherein the means for using the means for wireless communications further comprises:
- means for measuring forward link path loss; and
  - means for maintaining a substantially consistent forward link pilot output power through use of the forward link path loss.
31. The power controlled repeater as in any one of claims 28-30, wherein the means for detecting receive pilot signal strength and for controlling the forward link gain comprises:
- means for obtaining a receive power level;
  - means for obtaining a receive  $E_c/I_o$  level;
  - means for determining forward link path loss through use of the receive power level and the receive  $E_c/I_o$  level;
  - means for averaging the receive power level and the receive  $E_c/I_o$  level to substantially remove fading; and
  - means for maintaining a substantially consistent forward link pilot output power through use of the forward link path loss.
32. The power controlled repeater as in any one of claims 28-30, wherein the means for detecting receive pilot signal strength and for controlling the forward link gain comprises:
- means for placing the wireless communication means into traffic;
  - means for waiting for closed-loop power control to settle;
  - means for obtaining a transmit power level;
  - means for determining forward link path loss through use of the transmit power level; and
  - means for maintaining a substantially consistent forward link pilot output power through use of the forward link path loss.

33. The power controlled repeater as in any one of claims 28-30, wherein the means for detecting receive pilot signal strength and for controlling the forward link gain comprises:
- means for storing a reference power level;
  - means for measuring a current power level;
  - means for comparing the current power level with the reference power level to identify changes in forward link path loss;
  - means for maintaining a substantially consistent forward link pilot output power through use of any identified changes in the forward link path loss.
34. The power controlled repeater as in claim 33, wherein the reference power level comprises a reference receive power level and wherein the current power level comprises a receive power level.
35. The power controlled repeater as in claim 33, wherein the reference power level comprises a reference receive  $E_c/I_o$  level and wherein the current power level comprises a receive  $E_c/I_o$  level.
36. The power controlled repeater as in claim 33, wherein the reference power level comprises a reference transmit power level and wherein the current power level comprises a transmit power level.

1/7

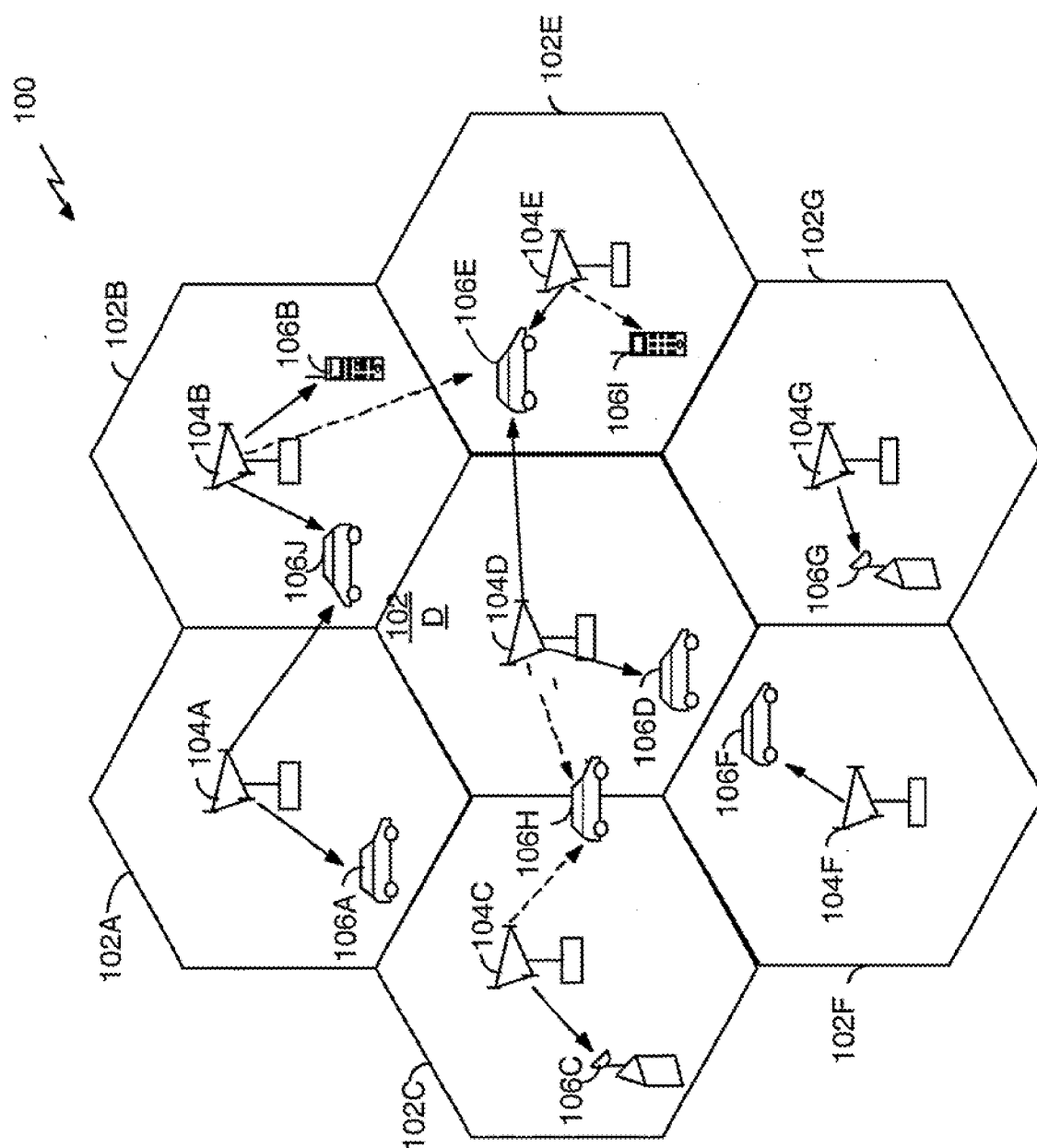


FIG. 1

2/7

FIG. 2

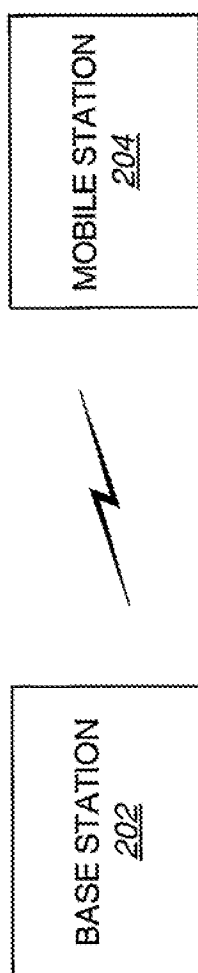
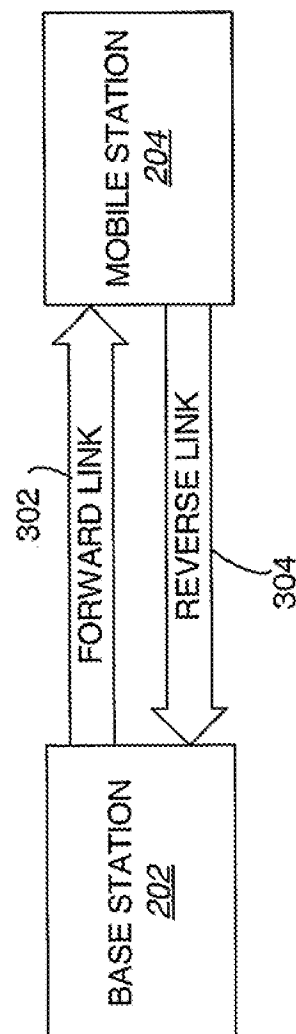


FIG. 3



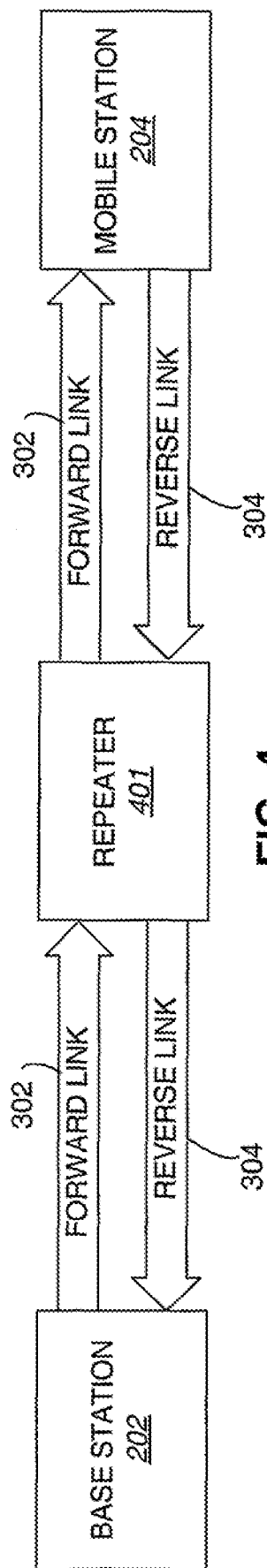


FIG. 4

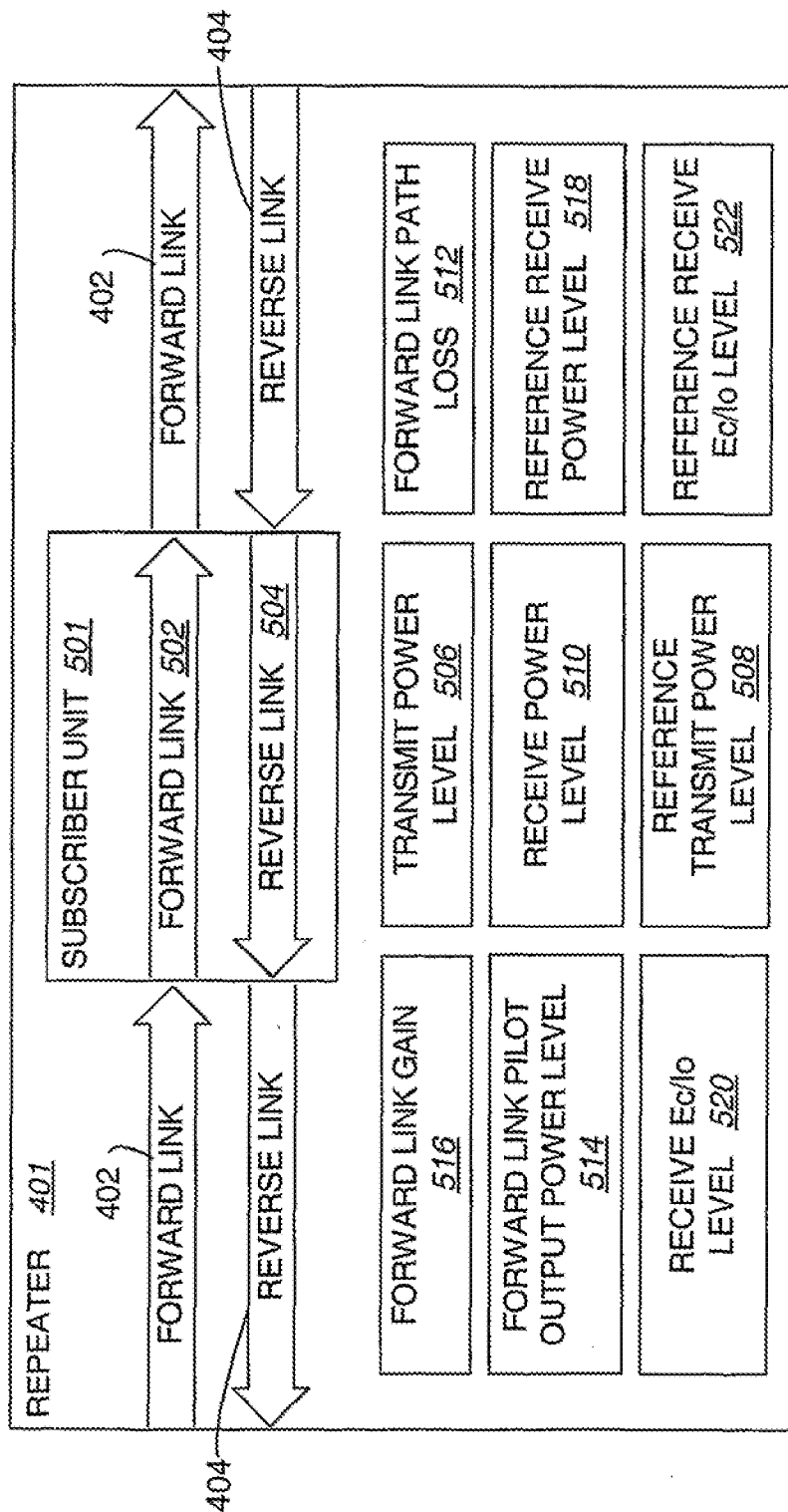
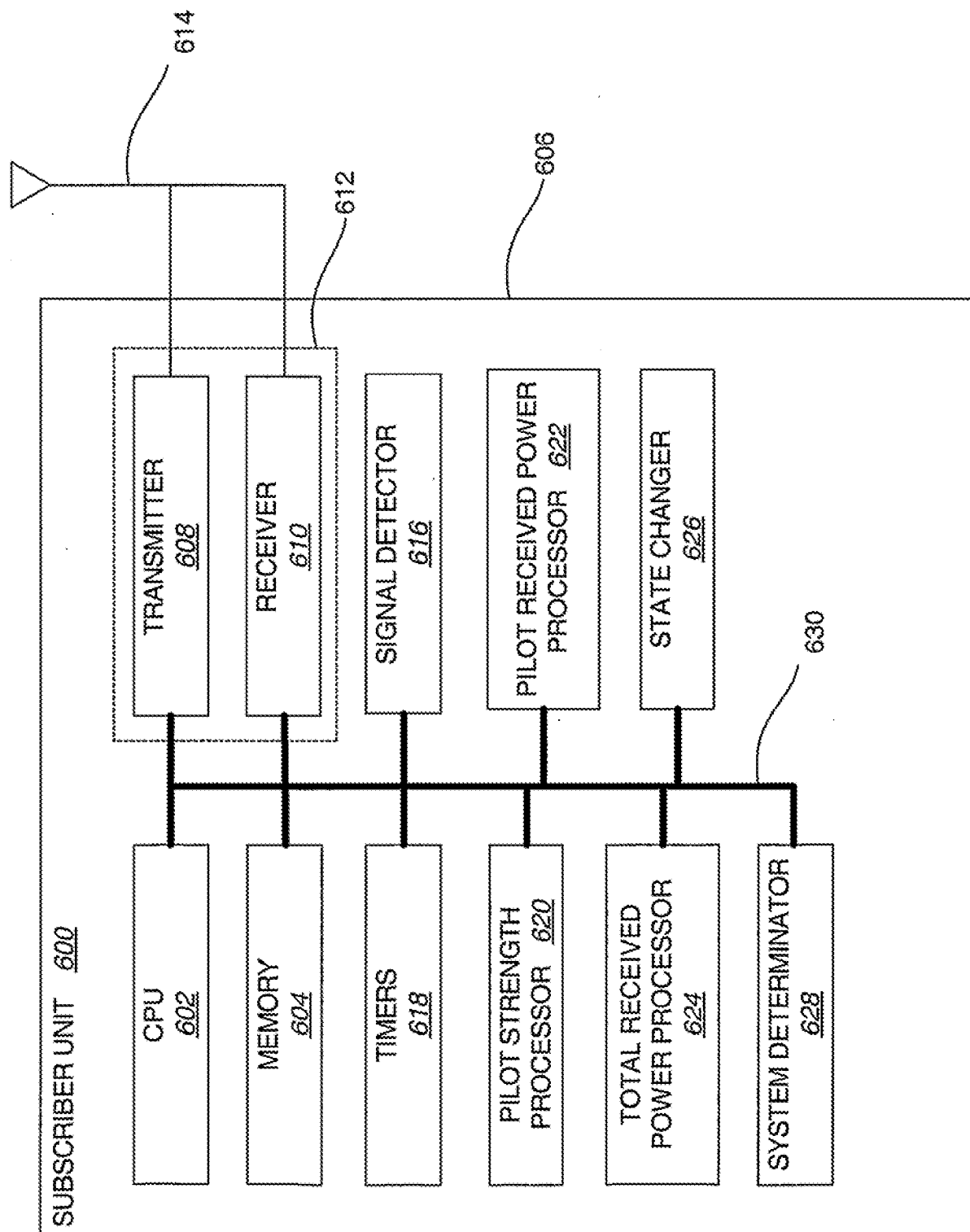


FIG. 5

4/7

FIG. 6



5/7

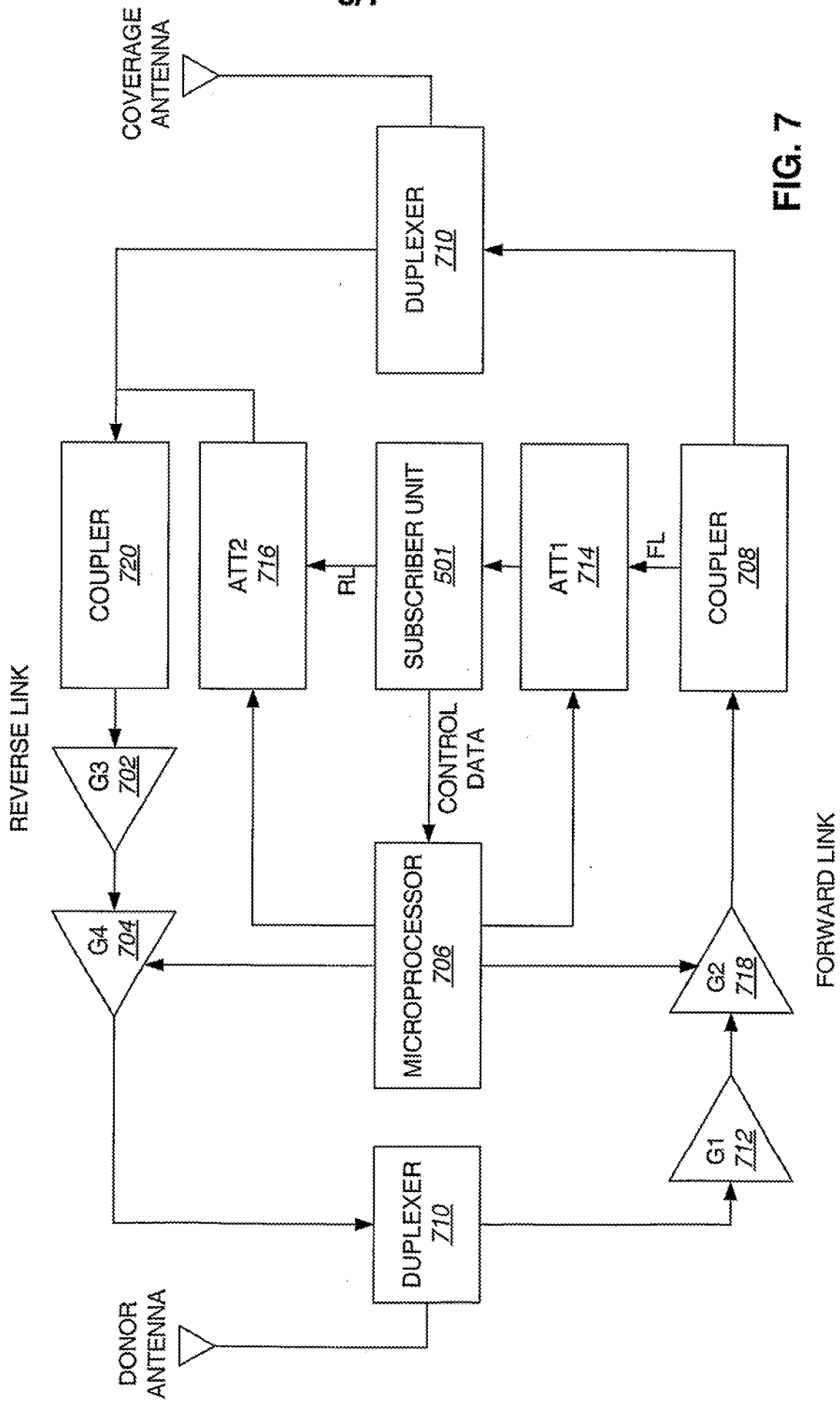


FIG. 7

6/7

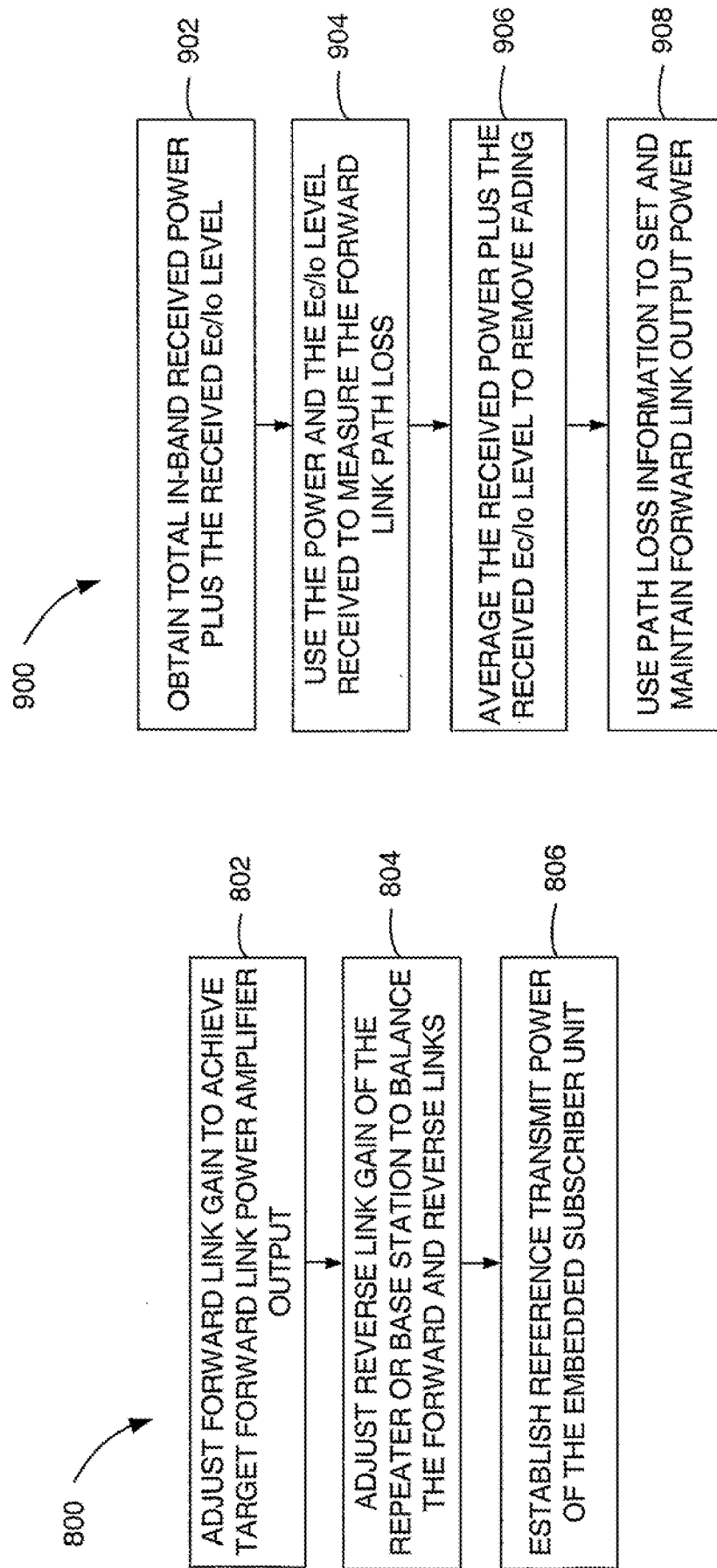


FIG. 8

FIG. 9



7/7

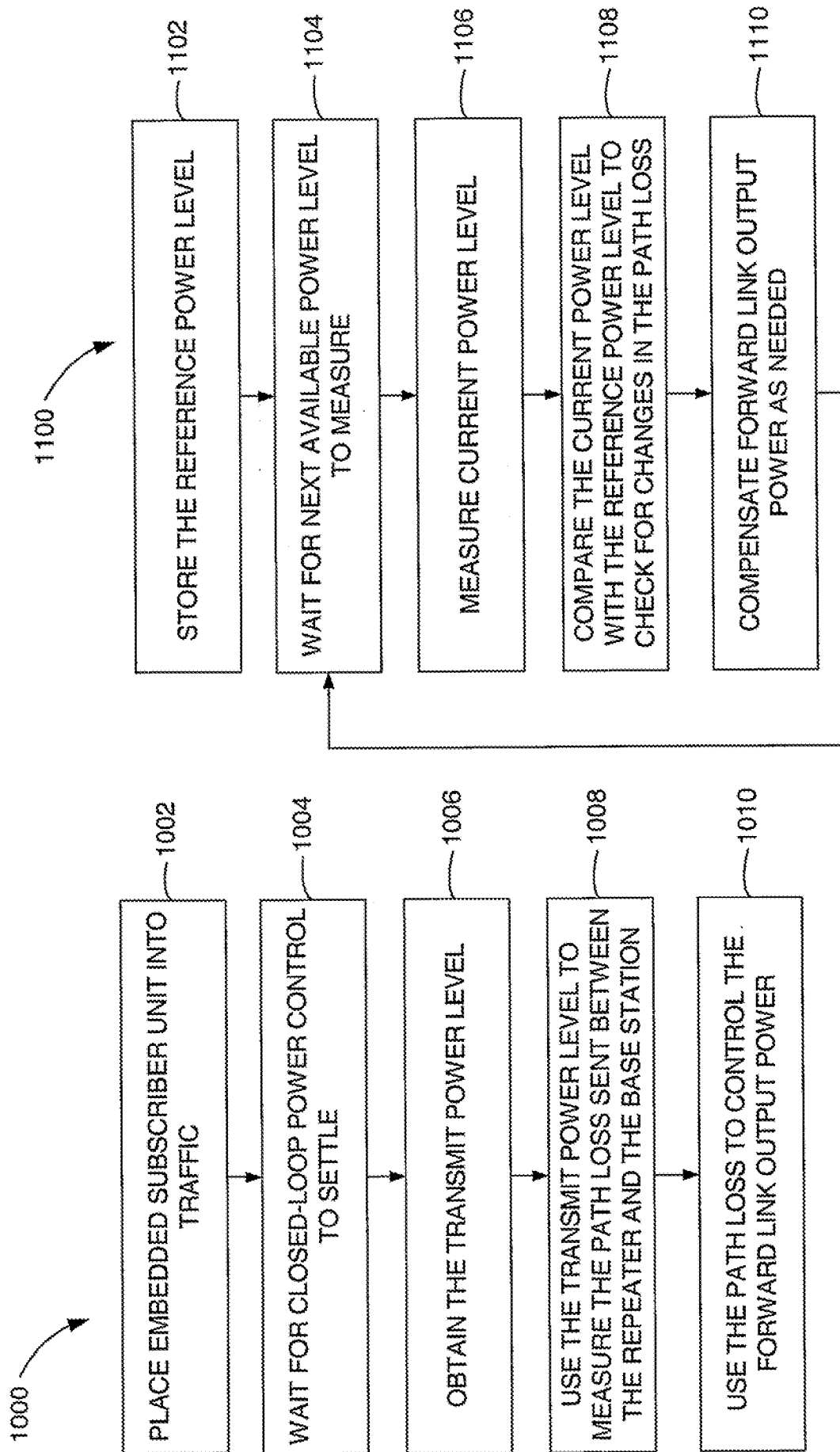


FIG. 10

FIG. 11